و. عطابيكوف

# اصلاح الآلات الكهربائية

دار «مير» موسكو

اصلاح الآلات الكهربائية

# اصلاح الآلات الكهربائية

В. Б. Атабеков

# РЕМОНТ ТРАНСФОРМАТОРОВ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН И КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ

«Высшая школа»
Москва

و. عطابيكوف

# اصلاح الآلات الكهربائية

ترجمة

المهندس نعيم نفش




دار «مير» موسكو

النص الروسى منقح ومزيد خصيصا
للترجمة الى اللغة العربية

На арабском языке

# المقدمة

ان مشاكل الاعادة السريعة لمحولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية الى حيز العمل ، وضمان العمل المتواصل لها عن طريق تحديث التكنولوجيا لأعمال الاصلاح، واختصار زمنه ورفع نوعيته قد اكتسبت أهمية خاصة . وقد اصبح الاصلاح واحدا من الاتجاهات الرئيسية لتخفيف حدة الاحتياج الى المعدات الكهربائية .

وترجع المعدات الكهربائية الى حيز العمل بعد اصلاحها ، اما نوعية الاصلاح فانها تضمن اطالة فترات عمل المعدات الكهربائية ما بين اصلاح وآخر . ويمكن فى بعض الاحيان تحديث المعدات الكهربائية وتغيير مقاييسها أو مواصفاتها الفنية ، ورفع اقتصادية عملها . ان الخبرة الطويلة لعمل الورشات والمصانع الخاصة باصلاح المعدات الكهربائية تشير الى ان اكثر من ٧٠٪ من المعدات الكهربائية المعطوبة الداخلة الى حيز الاصلاح تتكون من محولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية التى تحتل الأعمال الميكانيكية (أعمال البرادة) الكهربائية أهمية بالغة فى اصلاحها.

ان اصلاح محولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية يطالب بمراعاة شروط صارمة فيما يخص بجودة وزمن الاصلاح والتقليل من استهلاك المواد وتحديث المعدات الكهربائية

وانجاز الاصلاح على مستوى تكنولوجى رفيع وزيادة فترات عمل المعدات الكهربائية ما بين الاصلاحات وغيرها .

ان انجاز هذه الشروط مرهون بالدرجة الاولى بمهارة القائمين مباشرة باعمال الاصلاح الكهربائى أى الميكانيكيين الكهربائيين . ويجب على عامل الاصلاح وهو الميكانيكى الكهربائى ان يكون ملما بالمعلومات النظرية الضرورية وذا خبرة عمل جيدة ، وان يكون باستطاعته ليس فقط التحديد الصائب لطبيعة الخلل او العطب واسبابه بل وتحديد الطرق السريعة لازالته أيضا ، وكذلك عليه ان يعرف جيدا تركيبة محولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية الجديدة منها والقديمة ، وان يستطيع استخدام أكثر الطرق عقلانية للاصلاح مع الاستخدام الواسع لوسائل مكننة العمل الملائمة ، وكذلك تغيير مقاييس المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها فى الاتجاه اللازم والتوزيع والتخطيط الصحيحين لانجاز مجموع اعمال الاصلاح ، اى ان يكون اختصاصيا ماهرا واسع الافق مهنيا .

وكذلك قد وردت فى الكتاب معلومات عن اعمال اللف والعزل الكهربائى بحجم يكون معه الميكانيكى الكهربائى قادرا ليس فقط على انجاز الاعمال الميكانيكية الكهربائية بمهارة بل وعمليات الاصلاح المستقلة مثل اللف والعزل الكهربائى عند الضرورة .

ان حجم المعلومات النظرية والعملية الواردة فى الكتاب لاصلاح محولات القوى والمكنات واجهزة التحويل الكهربائية يسمح ليس فقط باعداد اختصاصيين مهرة فى اصلاح قائمة كبيرة من المعدات الكهربائية بنجاح بل وكذلك رفع مستوى المعارف لطاقم الاصلاح العامل أيضا .

الباب الاول

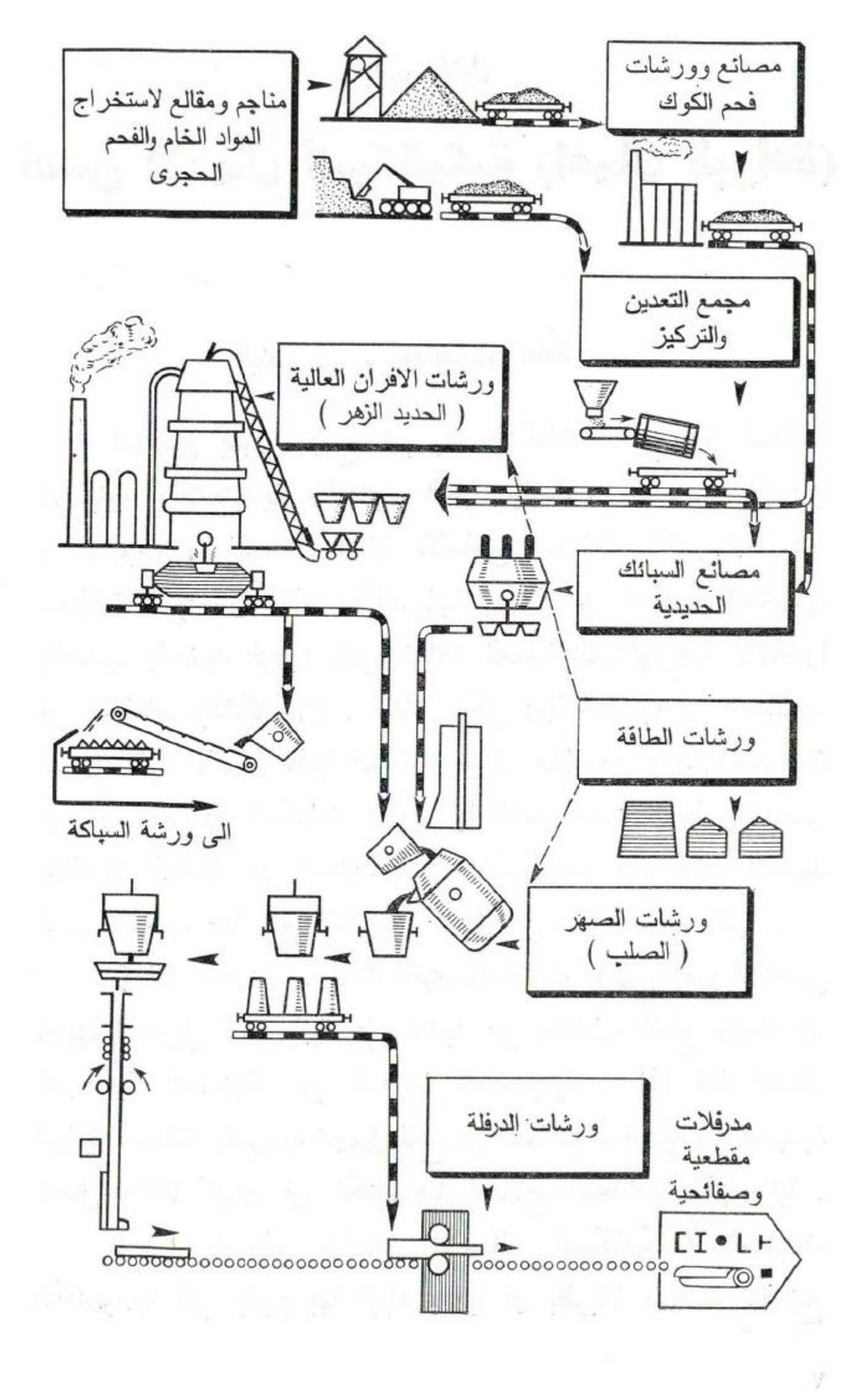
# أسس الاعمال الميكانيكية (اعمال البرادة)

## البند ١ . معلومات عامة

تستخدم بشكل واسع فى بناء المكنات الكهربائية المعادن الحديدية واللاحديدية (الحديد الزهر والصلب والنحاس والبرونز والالومنيوم) . غير ان الوزن الاساسى للمعدات الكهربائية مثل محولات القوى والمكنات الكهربائية يتكون من المعادن الحديدية (الصلب والحديد الزهر) والتى تشاهد العملية الميتالورجية لانتاجها فى المخطط (الشكل ١) . فمثلا يشكل وزن الصلب فى محولات القوى ثلاثية الاطوار ثنائية الملفات حوالى ٨٠٪ من وزنها العام دون الزيت . اما فى المكنات الكهربائية ذات العضو الدوار المقصر والقاعدة الحاملة من الحديد الزهر المسكوب فان وزن الحديد الزهر والصلب معا يبلغ اكثر من ٨٢٪ من وزن المكنة كلها .

وكذلك تحتوى محولات القوى والمكنات الكهربائية وبالاخص اجهزة التحويل الكهربائية على العديد من مختلف القطع والوحدات التجميعية المصنوعة من المعادن اللاحديدية . لذا فان اعمال البرادة المتعلقة بضرورة تجهيز قطع من المعادن الحديدية واللاحديدية تحتل مكانة كبرى فى تكنولوجيا اصلاح المعدات الكهربائية .

تدعى باعمال البرادة (الاعمال الميكانيكية) العمليات التكنولوجية التى يقوم بها البراد يدويا او بطريقة ممكننة لتصنيع



مناجم ومقالع لاستخراج المواد الخام والفحم الحجرى
مصانع وورشات فحم الكوك
مجمع التعدين والتركيز
ورشات الافران العالية ( الحديد الزهر )
مصانع السبائك الحديدية
ورشات الطاقة
الى ورشة السباكة
ورشات الصهر ( الصلب )
ورشات الدرفلة
مدرفلات مقطعية وصفائحية

المعادن وتجهيز القطع وكذلك الاعمال الخاصة بتوصيل وتجميع القطع الجاهزة فى وحدات تجميعية وضبطها .

يرد فى هذا الباب وصف مختصر لطرق انجاز اعمال البرادة التى غالبا ما تصادف عند اصلاح المعدات الكهربائية مثل القطع والتجليس والثنى والقص والنشر والتثقيب وتصحيح الثقوب وتوسيعها والقلوظة والكشط والتبييض بالقصدير واللحام .

وعند ضرورة تجهيز قطعة مستقلة او وحدة تجميعية للمعدات الكهربائية الماثلة تحت الاصلاح تجرى مجموعة اعمال البرادة وفقا لتكنولوجيا الاصلاح المتبعة فى المؤسسة المعنية والتى تتحدد بشكل رئيسى بمستوى تزويدها بالمعدات التكنولوجية . وتجرى العمليات التكنولوجية للتصنيع بالبرادة على اربع مراحل فى الاغلب .

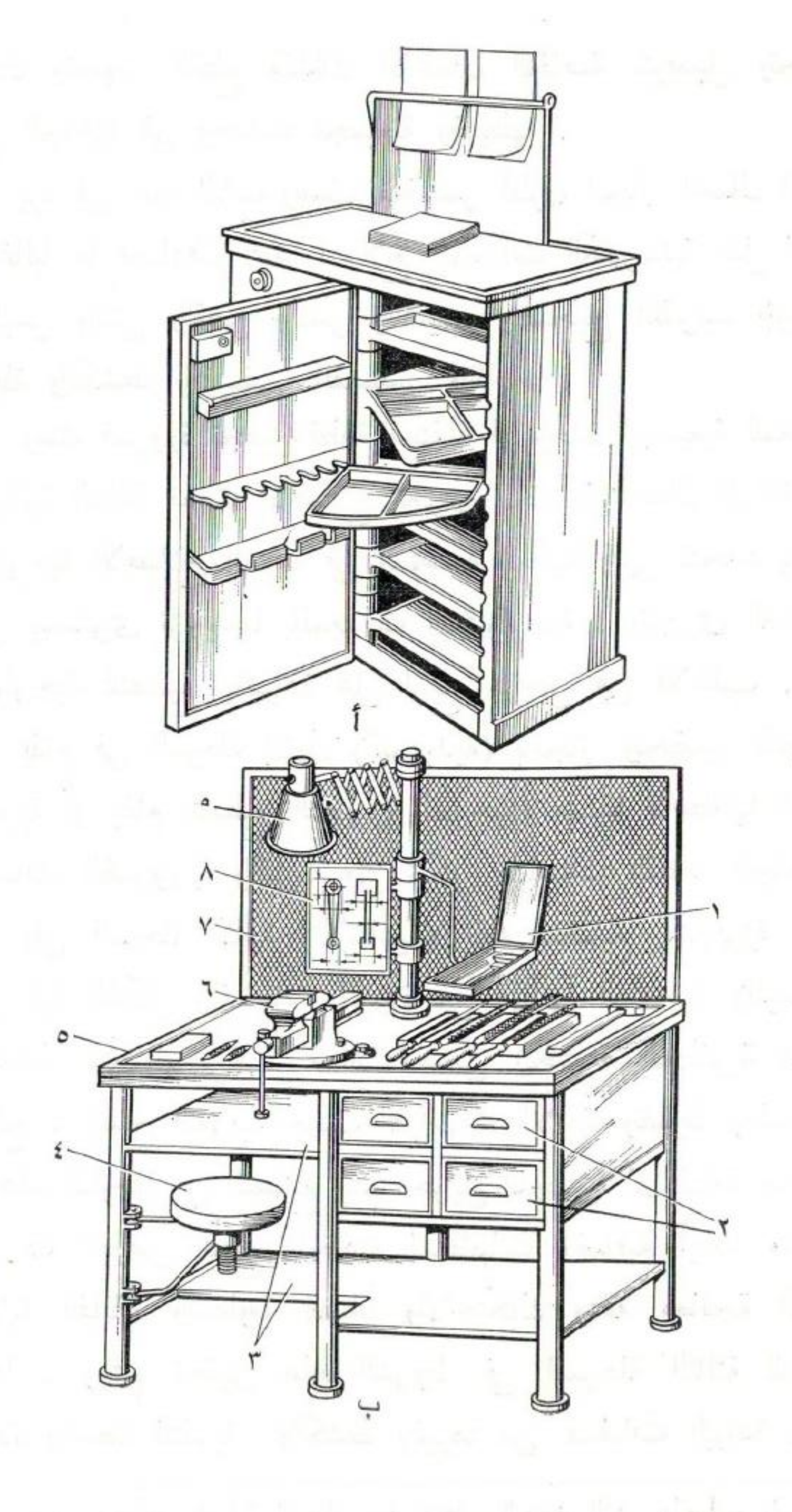
يقام فى المرحلة الاولى (التمهيدية) بانجاز وتحضير التجهيزة المطلوبة أو يقام بتصنيع التجهيزة الموجودة مسبقا لاعطائها الشكل والقياسات الضرورية والقريبة من شكل وقياسات القطعة الجاهزة .

وفى المرحلة الثانية (الأساسية) يقام بتصنيع التجهيزة حيث يعطى لها الشكل والقياسات الواردة فى الوثائق الهندسية (الرسومات والمخطط التكنولوجى) . فمثلا تضمن الخشونة المطلوبة للسطح المعالج ، وتفتح الثقوب حسب القياسات اللازمة وتقلوظ وهلمجرا . وفى هذه المرحلة من التصنيع يتم تحويل التجهيزة الى قطعة جاهزة .

قد تتعرض القطع الجاهزة لمتطلبات اضافية أيضا مثلا : الصلابة الفائقة والمقاومة للصدأ والاحتكاك ودقة معالجة السطح وغيرها . ويتم تحقيق هذه الشروط فى المرحلة الثالثة للتصنيع بالبرادة بواسطة التقوية والكشط وغيرها من عمليات البرادة .

---

الشكل ١ . مخطط العملية الميتالورجية لانتاج الحديد الزهر والصلب والمدرفلات


أ
٩
٨
٧
٦
٥
١
٤
٢
٣
ب

واما فى المرحلة الرابعة (الختامية) فيجرى اختبار صحة وجودة العمليات التى اجريت فى المراحل السابقة وتجمع القطع الجاهزة فى وحدة تجميعية وتفحص صحة تعامل القطع مع بعضها البعض ويجرى الضبط والتصحيح المطلوبان .

وعند اصلاح المعدات الكهربائية يضطر الميكانيكى الكهربائى الى انجاز الكثير من عمليات التصنيع بالبرادة بالطريقة اليدوية ذات الانتاجية القليلة والتى تؤدى الى تعبه سريعا . ولضمان انتاجية العمل العالية وتلافيا لتعب الميكانيكى الكهربائى من الضرورى اعارة انتباه خاص لصحة تنظيم مكان عمله .

## البند ٢ . تنظيم مكان عمل الميكانيكى الكهربائى

يحتوى مكان العمل على معدات انتاجية أساسية وثانوية (مخارط وآليات ووحدات طاقة ومختلف التمديدات) وتجهيزات تكنولوجية وادوات وعدة ضرورية (مناضد تركيب وحدادة ، ورفوف وخزائن وغيرها) .

ويجب ان يكون مكان عمل الميكانيكى الكهربائى مزودا بالوسائل الفنية التى تضمن ظروفا ملائمة للعمل ، وسلامته ، وتنظيما عقلانيا لسير العمل ، والوضع الصحى الطبيعى للعامل ، والترتيب العقلانى والنظام الصارم لحفظ الادوات والعدة والتجهيزات والقطع الجاهزة ، والمحافظة على نظام معين ، ونظافة مكان العمل . ان

---

الشكل ٢ . تجهيز مكان عمل الميكانيكى الكهربائى فى ورشة الاصلاح : أ – خزانة عدة ، ب – منضدة برادة ؛ ١ – رف لادوات القياس ، ٢ – جوارير ، ٣ – رفوف ، ٤ – كرسى سحب ، ٥ – غطاء المنضدة ، ٦ – ملزمة ، ٧ – شاشة واقية (شبكة من الاسلاك) ، ٨ – لوحة للرسومات ، ٩ – مصباح

تنظيم مكان العمل الذى يرتأيه التنظيم العلمى للعمل يضمن الانتاجية العالية والتوفير الاقصى لزمن العمل ، والجودة العالية للاصلاح ، والحفاظ على صحة العامل .

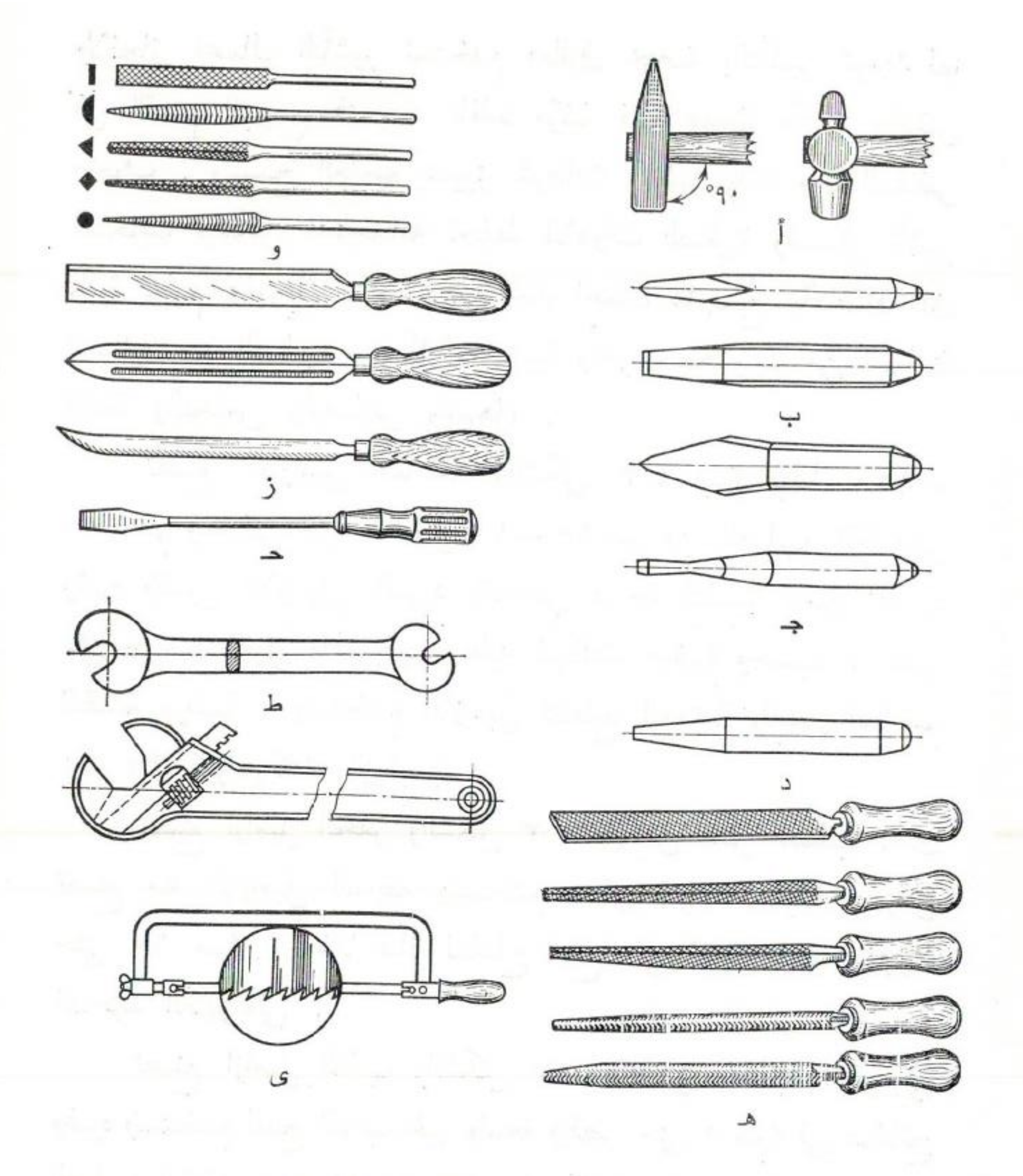
ومن الجائز ان يقام مكان عمل الميكانيكى الكهربائى قرب المعدات الكهربائية الماثلة للاصلاح او فى الورشة الكهربائية للمؤسسة. ويقام بتنظيم مكان العمل قرب المعدات الكهربائية الماثلة للاصلاح عند اصلاح محول قوى ضخم (او مكنة كهربائية) من المستحيل او من غير المناسب نقله لسبب ما الى ورشة الاصلاح . وفى هذه الحالات تصبح ساحة الاصلاح المعزولة عن بقية المعدات والمزودة بكل ما يلزم لانجاز مجموع اعمال الاصلاح بامان مكانا مؤقتا لعمل الميكانيكى الكهربائى .

ان مكان عمل الميكانيكى الكهربائى الذى يقوم باعمال البرادة المتعلقة باصلاح قطع ووحدات تجميعية غير كبيرة نسبيا (بالقياسات والكتلة) هو قطعة من مساحة ورشة الاصلاح مزودة بخزانة عدة (الشكل ٢ ، أ) ومنضدة برادة (الشكل ٢ ، ب) .

ويقوم الميكانيكى الكهربائى بانجاز عمليات البرادة لاصلاح المعدات الكهربائية بواسطة ادوات برادة (الشكل ٣) وادوات قطع المعادن (الشكل ٤) وادوات القياس (الشكل ٥) .

ادوات البرادة . يتكون طقم ادوات البرادة الاساسية من مطارق (شواكيش) وازاميل مختلفة ومساليط ومبارد ومكاشط ومفكات ومفاتيح صواميل ومناشير معادن .

تصنع مطارق البرادة من الصلب (الشكل ٣ ، أ) بوزن ٤٠٠ — ٨٠٠ غم وبمقبض من خشب الاشجار ذات الصنف القاسى والمرن .




الشكل ٣ . طقم ادوات البرادة الاساسية :

أ – مطارق (برؤوس مربعة ومستديرة) ، ب – ازميل ، ج – ازميل حفر ، د – ازميل ثقب ، هـ – مبارد (مسطح ومربع ومثلث ومستدير ونصف مستدير) ، و – مبارد ابرية ، ز – مكاشط (مسطح ، مزدوج ، ثلاثي الاضلاع) ، ح – مفك ، ط – مفاتيح صواميل (بقياس واحد ومتحركة) ، ى – منشار معادن

ولانجاز اعمال التأشير تستخدم مطارق خاصة بالتأشير توجد لها فى القسم الموسع فتحات نافذة مركبة فيها عدسة مكبرة ومقبض مجوف . وتسمح العدسة بتمييز شرطات التأشير بدقة واما المقبض المجوف فيمكن استخدامه لحفظ الادوات الصغيرة (مسمار تأشير وابرة تعليم وغيرها) . وتستخدم عند اعمال التجميع بالاضافة الى المطارق من الصلب : مطارق خشبية واخرى بحشوات من المعادن اللدنة (النحاس والرصاص وغيرها) .

تصنع الازاميل القاطعة (الشكل ٣ ، ب) بطول ١٥٠ — ٢٠٠ مم وبعرض جزء التشغيل ١٠ — ٢٠ مم من الصلب الكربونى وغيره وتقسى الازاميل بالمبرد وتفحص درجة التقسية بامرار المبرد على جزء التشغيل فاذا بقيت عليه شرطات صغيرة وحسب ، تعتبر التقسية مرضية . وتستخدم الازاميل لتقطيع المعادن ولقص التباشيم عند فك التوصيلات التبشيمية .

تصنع ازاميل الحفر (الشكل ٣ ، ج) من نفس الصلب الذى تصنع منه الازاميل السابقة وتستخدم لحفر قنوات ضيقة (بعرض حتى ١٠ مم) ، مثلا قناة لمفتاح مانع على نهاية عمود دوران المحرك الكهربائى .

تصنع ازاميل الثقب (الشكل ٣ ، د) من الصلب الكربونى وغيره وتستخدم لفتح ثقوب غير واسعة (بقطر حتى ٥ مم) فى صفائح الصلب الرقيقة (بسمك حتى ٣ مم) وكذلك لجمع الفتحات فى القطع التى توجد ببراغى او تباشيم ، ولطرد التباشيم ومسامير الوصل ذات العيوب .

تصنع المبارد (الشكل ٣ ، ه) بطول ١٠٠ — ٤٠٠ مم من الصلب الكربونى وكذلك من الصلب المخلوط بالكروم . وتقسم

1*

المبارد لاعمال البرادة العامة حسب عدد الشرطات فى السنتيمتر الواحد من طولها الى ٦ قياسات : صفر ، ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ . وتستخدم المبارد ذات القياسين صفر و ١ للمعالجة الخشنة للسطوح واما ذات القياس ٢ فهى للبرد النظيف للقطعة حيث لا يزيد سمك طبقة المعدن المزالة عن ٠,١ – ٠,٣ مم واما ذات القياسات ٣ و ٤ و ٥ فهى مخصصة لازالة طبقة من المعدن لايزيد سمكها عن ٠,٠٢٥ – ٠,٠٥ مم وللتشطيبات النهائية للقطع التى تتطلب معالجة سطوحها بمنتهى الدقة .

تقسم المبارد حسب شكل المقطع العرضى لها الى ٦ مجموعات : مسطحة ومربعة ومثلثة ومستديرة ونصف مستديرة ومعينية. وعلاوة على ذلك تنتج مبارد لاغراض خاصة . وتوجد كذلك مبارد يدوية واخرى خاصة بالمكنات .

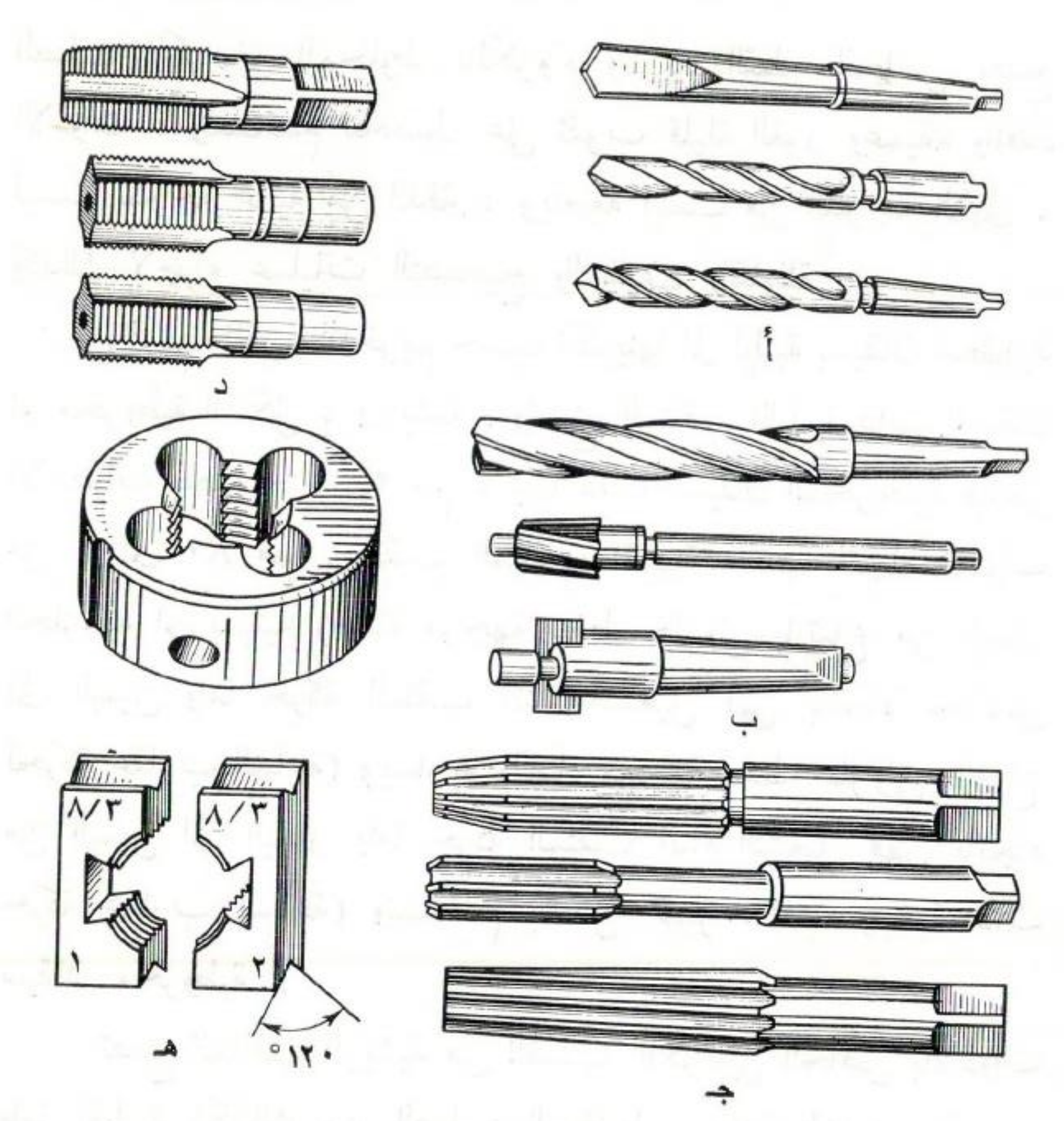
عند اصلاح المعدات الكهربائية تستعمل اكثر من غيرها المبارد المسطحة والمثلثة والنصف مستديرة والمستديرة . واما برد السطوح الصغيرة التى تتطلب نظافة متناهية فى المعالجة فيتم بواسطة مبارد صغيرة – ابرية (الشكل ٣،و) .

اما المكاشط (الشكل ٣، ز ) التى تصنع من الصلب الكربونى مع التقسية اللاحقة فهى عبارة عن قضبان معدنية باطوال مختلفة ذات جزء تشغيل (قاطع) حاد باشكال مسطحة أو نمطية أو ثلاثية الاضلاع . وهى تستخدم فى الاساس لمعالجة سطوح القطع وذلك بالكشط عنها طبقة رقيقة من المعدن بسمك (٠,٠٠٥ – ٠,٠٠٧ مم) عند كل كشطة لضمان الضبط الافضل للقطع المتقارنة . وتدعى عملية البرادة هذه بالكشط . وتجرى عملية الكشط بعد المعالجة النظيفة للسطوح .

والمفكات (الشكل ٣، ح) تصنع من الصلب (ماركة ٣) مع التقسية اللاحقة لجزء التشغيل (اللسين) بطول ١٠ — ١٥ مم وتستخدم عند فك وتجميع المعدات الكهربائية التى تتصل قطعها ووحداتها التجميعية ببعضها ببراغى او بمسامير مقلوظة ذات شق فى رؤوسها .

مفاتيح الصواميل (الشكل ٣، ط) تقسم الى : ذات القياس الواحد (بطرف او بطرفين) والمتحركة والخاصة . وتنسب الى الاخيرة المفاتيح الطرفية المستقيمة او المنحنية الشكل . وتستخدم مفاتيح الصواميل لفك او ربط (شد) الصواميل والبراغى عند فك وتجميع القطع والوحدات التجميعية للمعدات الكهربائية الجارى اصلاحها والتى لها وصلات ذات براغى.

مناشير المعادن اليدوية تستخدم (الشكل ٣، ى) لقص الصفائح المعدنية السميكة والمعادن ذات المقاطع المشكلة وكذلك لفتح قنوات وشقوق ولقص وتقطيع التجهيزات . ويتكون المنشار من هيكل (اطار) بمقبض وبرغى شد بصمولة مجنحة . وتكون هياكل المناشير من قطعة واحدة ، الا انها تكون متحركة فى الاغلب حيث تسمح بتركيب اشرطة النشر بمختلف الاطوال . وشريط النشر هو عبارة عن صفيحة رقيقة وضيقة من الصلب بسمك (٠,٦٥ — ٠,٨ مم) وبعرض (١٢ — ١٦ مم) بثقبين او بمسمارى توصيل على طرفيها بغرض تثبيت شريط النشر فى الهيكل (الاطار) . ولشريط النشر اسنان على احد الضلعين (الحدين) حيث تشكل الجزء القاطع للمنشار. وتكون اسنان شريط النشر (ترى فى الشكل مكبرة) منفرجة وذلك حتى يكون عرض القطاع اكبر قليلا من سمك شريط النشر لتجنب اسفنة الشريط فى القطاع الحاصل عند قص المعادن .




الشكل ٤ . طقم ادوات قطع المعادن :
أ – مثاقب تخريم (ريشية ولولبية) ، ب – مثاقب تصحيح (من قطعة واحدة وغلافية وملقمة بسكين) ، ﺣ – مثاقب توسيع (يدوية اسطوانية وآلية اسطوانية ومخروطية) ، د – مقلوظات ذكر ، ﻫ – مقلوظات انثى (دائرى من قطعة واحدة ومربع متحرك)

ادوات قطع المعادن. تستخدم عند اصلاح المعدات الكهربائية مختلف الادوات القاطعة للمعادن لانجاز الكثير من عمليات البرادة وفى الدرجة الاولى مثاقب التخريم ومثاقب التصحيح والتوسيع ومقلوظات ذكر وانثى .

مثاقب التخريم (الشكل ٤، أ) . تصنع مثاقب التخريم من

الصلب الكربونى المخلوط بالكروم وسريع القطع الخاص بصنع الادوات ، وتستخدم للحصول على ثقوب قليلة الغور وعميقة ونافذة ليست بدرجة عالية من الدقة ، وبنعومة ليست من الدرجة الاولى ، وكذلك لاجراء عمليات التصحيح والتنظيف والقلوظة .

وتقسم مثاقب التخريم حسب تكوينها الى لولبية بسيقان اسطوانية او مخروطية الشكل ، وريشية . وتصنع المثاقب اللولبية ذات السيقان الاسطوانية بقطر حتى ٢٠ مم ، واما ذات السيقان المخروطية فبقطر من ٦ الى ٨٠ مم . وتقسم المثاقب اللولبية حسب اتجاه القنوات الحلزونية الى يمينية (القناة موجهة بخط حلزونى بارتفاع من اليسار الى اليمين واما حركة المثقب اثناء التشغيل فهى باتجاه معاكس لحركة عقارب الساعة) ويسارية (القناة موجهة بخط حلزونى بارتفاع من اليمين الى اليسار واما حركة المثقب اثناء التشغيل فهى باتجاه حركة عقارب الساعة) وتستخدم بشكل كبير مثاقب ريشية ذات سيقان مخروطية .

تصنع المثاقب الريشية من الصلب الكربونى الخاص بالادوات واما اللولبية فكذلك من الصلب المخلوط بمعادن اخرى والسريع القطع . واكثر المثاقب اللولبية شيوعا هى المصنوعة من الصلب السريع القطع . وتستخدم لصنع المثاقب فى الوقت الحاضر سبائك صلبة من السيراميك المعدنى .

مثاقب التصحيح (الشكل ٤ ، ب) . توجد منها ثلاثة انواع حسب تكوينها : من قطعة واحدة ، وغلافية ، وملقمة بسكين . وتوجد لمثاقب التصحيح من نوع القطعة الواحدة ذات الساق المخروطية ثلاث او اربع حواف قاطعة وتستخدم لمعالجة ثقوب بقطر من ١٠ الى ٤٠ مم . واما مثاقب التصحيح الغلافية فتستخدم

عند ضرورة معالجة ثقوب بقطر ٣٢ مم واكثر . ويتم توحيد مثقب التصحيح الغلافى مع الاطار الحامل بواسطة نتوء على الاطار وتقوير على طرف المثقب . واما تثبيت مثاقب التصحيح فى عمود دوران المكنة فهو مماثل لتثبيت مثاقب التخريم .

مثاقب التوسيع (الشكل ٤ ، ج) . تستخدم للمعالجة النظيفة للفتحات المثقوبة حيث يتم تحقيق دقة عالية وخشونة ادنى للسطح . وتنجز عملية البرادة هذه المسماة بتوسيع الثقوب يدويا او على مكنات (التثقيب والخراطة) .

وتدعى مثاقب التوسيع المستخدمة للتوسيع اليدوى للفتحات بالمثاقب اليدوية واما للتوسيع بالمكنات فتدعى بالمثاقب الآلية . وتتميز مثاقب التوسيع اليدوية عن الآلية بكون الجزء التشغيلى فيها اطول . وتتكون مثاقب التوسيع اليدوية والآلية من الجزء التشغيلى والعنق والساق . ويحتوى الجزء التشغيلى على الجزئين القاطع (الآخذ) والمحدد للقياس . ويقوم الجزء القاطع بازالة برادة المعدن من العلاوة المتروكة للتوسيع ، واما الجزء المحدد للقياس فيوجه مثقب التوسيع اثناء التشغيل ويقوم بتعيير الفتحة .

وتقسم مثاقب التوسيع حسب اتجاهات القنوات الحلزونية الى يمينية ويسارية . ويتم صنعها بقنوات مستقيمة وحلزونية (لولبية) . وتصنع مثاقب التوسيع بمجموعات من قطعتين او ثلاث . وفى المجموعة المكونة من قطعتين يوجد مثقب واحد تمهيدى وآخر تنظيفى . واما فى المجموعة المكونة من ثلاث قطع ، يكون المثقب الاول للمعالجة الخشنة (للتقشير) والثانى نصف تنظيفى والثالث تنظيفيا يعطى للفتحة القياسات والنعومة المطلوبة .

ويدار مثقب التوسيع اليدوى بواسطة مفتاح صمولة (ملوى)

يلبس على الطرف المربع لساق المثقب ، واما الآلى فبواسطة عمود دوران المكنة .

المقلوظات الذكر (الشكل ٤، د) . تستخدم لقلوظة السطوح الداخلية للفتحات الاسطوانية . وتوجد منها اليدوية والآلية ونصف الآلية. ويتكون المقلوظ الذكر من الجزء التشغيلى والساق . ويحتوى الجزء التشغيلى على الجزئين التاليين : الآخذ (القاطع) ومحدد القياس . ويقوم الجزء الآخذ بالقلوظة واما المحدد للقياس فيوجه المقلوظ الذكر فى الفتحة الجارى قلوظتها ويقوم فى الوقت ذاته بتعييرها . ويكون ساق المقلوظ الذى ينتهى بمربعة لتثبيته فى مفتاح الصواميل (الملوى) واما الساق بلا مربعة فلتثبيته فى الظرف .

وتنتج المقلوظات الذكر بمجموعات من قطعتين او ثلاث قطع . وتتألف المجموعة المكونة من قطعتين من مقلوظ خشن وآخر تنظيفى واما المجموعة المكونة من ثلاث قطع فيكون فيها مقلوظ اضافى (متوسط) . ويتم تمييز المقلوظات حسب الخدوش الدائرية (الحلقية) الموجودة على سيقانها : للمقلوظ الذكر الخشن خدش حلقى واحد وللمتوسط حلقتان وللتنظيفى ثلاث حلقات . وتدل هذه الحلقات كذلك على تعاقب استعمالها عند القلوظة .

وتنتج المقلوظات الذكر اليدوية للقلوظة المترية والانشية (البوصية) فى مجموعة من قطعتين للقلوظة بخطوة حتى ٣ مم ومن ثلاث قطع للقلوظة بخطوة اكثر من ٣ مم .

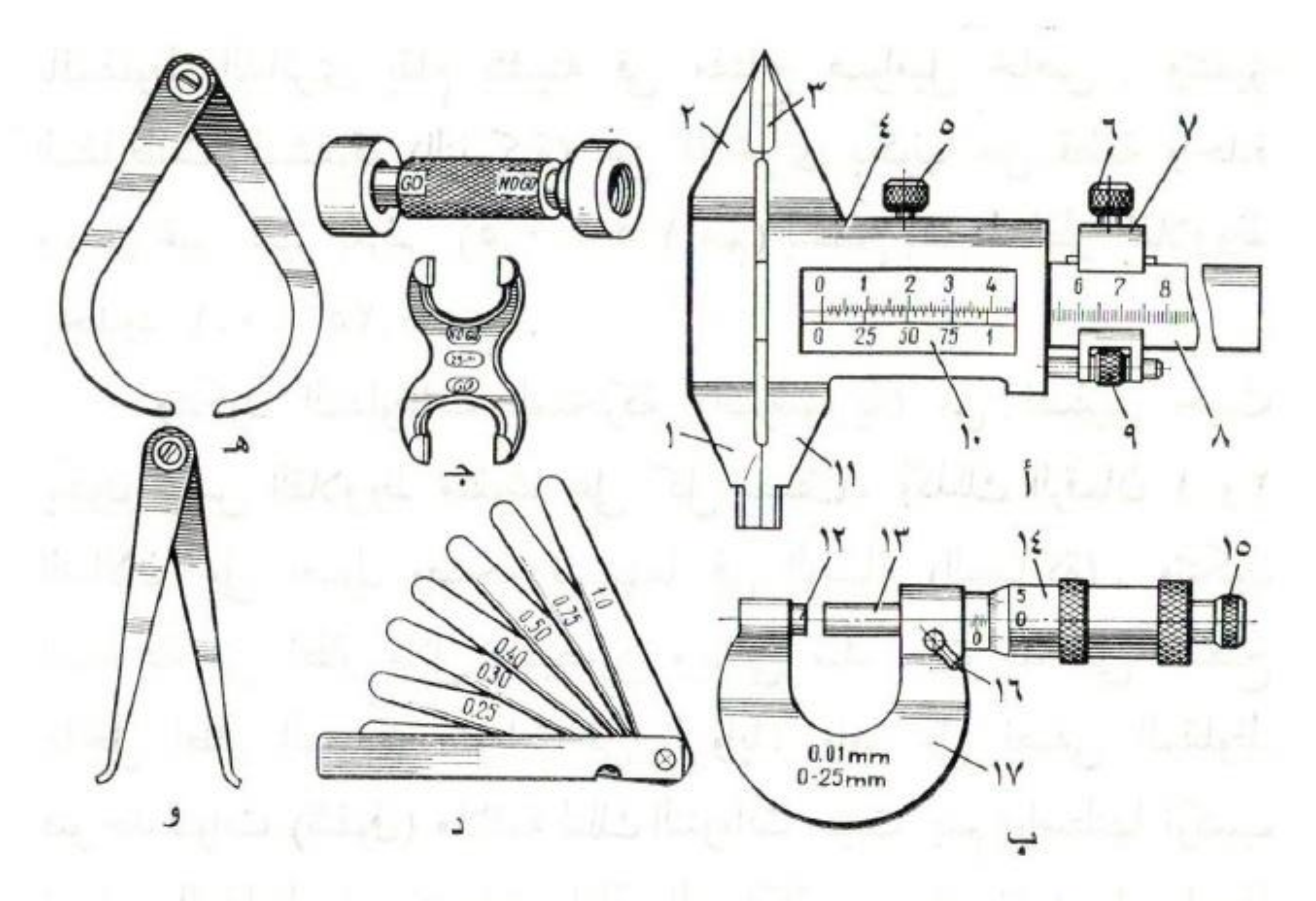
المقلوظات الانثى (الشكل ٤ ، هـ) . تستخدم للقلوظة الخارجية للقضبان الاسطوانية ، وتوجد منها حسب التصميم : الدائرية والمشقوقة والمتحركة (المتباعدة) . وقد تكون المقلوظات الدائرية (فاتحات الاسنان) من قطعة واحدة او مشقوقة . وللقلوظة يدويا

بالمقلوظ الدائرى يقام بتثبيته فى مفتاح صواميل خاص . وتتميز المقلوظات المشقوقة (الزنبركية) عن الأخرى بكونها من قطعة واحدة وبشق غير كبير بعرض (٠,٥ — ١,٥ مم) يسمح بضبط قطر القلاووظ بحدود ٠,١ — ٠,٢٥ مم .

وتتكون المقلوظات المتحركة (الموشورية) من نصفين حيث يكون قياس القلاووظ منقوشا على كل نصف، وكذلك الرقمان ١ و٢ الدالان على اصول وصحة تثبيتهما فى الوسيلة (المساكة) . وتتكون المساكة من اطار مائل ومقبضين وبرغى شد . وتوجد على السطح داخل اطار المساكة نتوءات فى الزوايا، واما على نصفى المقلوظ فتوجد قنوات (شقوق) ملائمة لتلك النتوءات حيث يتم بواسطتها تركيب نصفى المقلوظ فى نتوءات اطار المساكة ومن ثم تثبيتهما بواسطة برغى الشد . وتصنع المقلوظات المتحركة للقلوظة المترية والانشية والخاصة بالمواسير .

ادوات القياس . يتطلب صنع ومعالجة التجهيزات والقطع للمعدات الكهربائية الجارى اصلاحها مراعاة دقة معينة لعدة قياسات حيث تتم بأخذ مختلف المقاسات بواسطة ادوات القياس . وتستخدم فى ممارسة الاصلاح العملية عند التأشير (التعليم) والمعالجة والتصنيع للتجهيزات والقطع بشكل رئيسى ورنيات وميكرومترات ومحددات قياس (كاليبرات) ومقاييس تحسس وبراجل ومقياس للاقطار الداخلية .

الورنيات (الشكل ٥،أ) هى من اكثر ادوات القياس الجامعة الاغراض انتشارا حيث تسمح بدرجة عالية من الدقة باخذ قياسات داخلية وخارجية متباينة (القطر والطول والسمك والعمق) . ويوجد




الشكل ٥ . ادوات قياس لاعمال البرادة :
أ – ورنية ، ب – ميكرومتر ، جـ – محددات قياس ثنائية الاطراف (كاليبر – سدادة وكاليبر – قوس) ، د – مقاييس تحسس شريحية ، هـ – برجل ، و – مقياس للاقطار الداخلية ؛ ١ و ٢ – الشفتان السفلية والعلوية الثابتتان ، ٣ و ١١ – الشفتان العلوية والسفلية المتحركتان ، ٤ – اطار الورنية ، ٥ و ٦ – براغى ايقاف الاطار مع الورنية والجهاز الميكرومترى ، ٧ – اطار الجهاز الميكرومترى ، ٨ – قضيب ، ٩ – برغى تحريك ميكرومترى ، ١٠ – ورنية ، ١٢ – كعب ، ١٣ – برغى ميكرومترى ، ١٤ – اسطوانة ، ١٥ – طقطاقة ، ١٦ – موقف ، ١٧ – قوس

على القضيب ٨ للورنية مدرج مقسم بالمليمترات وعلى الاطار المتحرك ٤ توجد الورنية ١٠ المخصصة لتحديد الاجزاء اى المقدار الكسرى لقيمة بنط القضيب . ويشكل مقدار العد على الورنية ٠,٠٥ مم ولذلك يمكن اعتبار الورنية كأداة للقياس ذات دقة عالية . ويوجد للورنية زوجان من الشفاه حيث يستخدم الزوج السفلى منهما (١ و ١١) لاخذ القياسات الداخلية واما الزوج العلوى (٢ و ٣)

فلاخذ القياسات الخارجية . وعند اخذ القياسات الداخلية تتوجب اضافة سمك الشفاه السفلية المشار على احداها الى عدد الملمترات المحسوبة على القضيب المدرج . ولزيادة دقة العد يقام بوضع الاطار المتحرك بالنسبة للقضيب بواسطة آلية التحريك الميكرومترى .

الميكرومترات . تستخدم لاخذ القياسات الخطية بطريقة التلامس بدقة تصل الى ٠,٠١ مم . وتقوم الصناعة بانتاج الميكرومترات (الشكل ٥ ، ب) بمجال قياسات من صفر وحتى ٦٠٠ مم . وتوجد ميكرومترات لقياس الصفائح والشرائط وسماكات جدران الانابيب والمسننات ولقياس القلاووظ المترى والانشى .

محددات القياس (الكاليبرات) (الشكل ٥ ، ج) هى عبارة عن ادوات قياس غير مدرجة يمكن بواسطتها تحديد مدى انحراف مختلف المقاسات ، مثلا الاقطار الداخلية والخارجية وارتفاع وطول القطع والمسافات بين مراكز دوائر الفتحات وغيرها . ولا يقام بواسطة الكاليبرات بتحديد القيمة العددية للمقادير المقاسة بل صحة المقاسات الواقعية المحدودة بالانحرافات النهائية اى صلاحية القطعة الجارى فحصها . ويجرى عند اصلاح المعدات الكهربائية فحص صلاحية القطع الجارى اصلاحها والتى يجرى تصنيعها والجاهزة منها فى العديد من الحالات بواسطة الكاليبر – قوس والكاليبر – سدادة .

وتستخدم الكاليبرات – قوس مثلا لفحص اقطار المحاور التى تصنع للمكنات الكهربائية الجارى اصلاحها . وتتكون من جزئين : الاول النافذ الذى ينجز طبقا للمقاس الاكبر النهائى ويحيط بالمحور بلاصعوبة ، والثانى الغير نافذ الذى ينجز طبقا للمقاس الاصغر النهائى للمحور ولذا فانه لا يحيط به .

وتستخدم الكاليبرات ـ سدادة لفحص اقطار الفتحات فى المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها وكذلك فى القطع الجارى تصنيعها لها . ويكون المقاس المقدر للجهة النافذة للكاليبر ـ سدادة هو المقاس الاصغر النهائى للفتحة ، وأما مقاس الجهة الغير نافذة فهو المقاس الاكبر النهائى للفتحة . وعند فحص قطر الفتحة يجب ان تدخل الجهة النافذة للسدادة فى الفتحة بقليل من الجهد واما الجهة الغير نافذة فلا يجب ان تدخل فيها . ومن السهولة تمييز الجهة النافذة عن الغير نافذة للكاليبر ـ سدادة لكون الاولى اطول من الثانية .

مقاييس التحسس (الشكل ٥ ، د) تتكون من طقم شرائح رقيقة من الصلب وهى من اجل قياس قيم الخلوص بين السطوح المتقارنة . ويستخدم لقياس قيم الخلوص الصغيرة (حتى ١,٥ مم) مقياس تحسس ذو شرائح بسمك من ٠,٠٥ الى ١ مم ، ولقيم الخلوص الكبيرة ـ تستخدم مقاييس تحسس خاصة .

البراجل (الشكل ٥ ، ه) تستخدم لمقارنة اقطار القطع والمقاسات الاخرى بالقياسات المأخوذة بمسطرة مدرجة او بمقياس طرفى او بالكاليبر .

واما مقياس الاقطار الداخلية (الشكل ٥ ، و) فيستخدم لاخذ القياسات الخطية الداخلية ، ولها اسم آخر ـ ميكرومتر داخلى .

ولانجاز اعمال البرادة عند اصلاح المعدات الكهربائية فى الورشات الكهربائية للمؤسسات الكبرى وفى مصانع الاصلاح الكهربائى تستخدم بشكل واسع بالاضافة للادوات التى جرى استعراضها اعلاه مكنات تصنيع المعادن (مكنات التثقيب والتفريز القشط والجلخ وغيرها) وادوات تعمل بالكهرباء لمختلف الاغراض وادوات قياس معقدة من ضمنها المؤشرات والميكرومترات الداخلية ذات المؤشرات وغيرها .

وعند استخدام مكنات وآليات وادوات قياس دقيقة فى الممارسة العملية للاصلاح يتم ضمان فعالية كبيرة لعمل الميكانيكى الكهربائى وكذلك تحقيق ادنى تفاوت مسموح ودرجة عالية لنعومة سطوح القطع الجارى معالجتها .

## البند ٣ . معلومات أساسية عن التفاوت المسموح والتجليس والنعومة ( الخشونة )

تتميز قابلية الاستبدال للقطع والوحدات التجميعية باهمية خاصة فى الانتاج العصرى .

وقابلية الاستبدال هى امكانية تركيب او تبديل القطع والوحدات التجميعية خلال عملية التجميع بدون ضبط مسبق مع المحافظة على جميع الشروط المقدمة ويمكن استبدال القطع والوحدات التجميعية بعضها ببعض فقط حينما تكون متشابهة ومتساوية بالابعاد والشكل والمتانة وكذلك بالخواص الكيميائية والكهربائية وغيرها .

وتسمح قابلية الاستبدال بتركيب القطع والوحدات التجميعية المتواجدة والمتماثلة من حيث التركيبة والغرض والمعطيات الفنية وذلك عوضا عن القطع المعطوبة فى مصانع الاصلاح الكهربائى والورشات الكهربائية .

ولا يمكن ان تكون مقاسات القطع والوحدات التجميعية دقيقة بشكل مثالى ، اى بدون انحرافات . ولذا يقام مسبقا بوضع حدود تعين بمقاسين نهائيين لكل سطح من السطوح المتقارنة :

باكبر مقاس مسموح ( $D_{big}$ أو $d_{big}$ )

وباصغر مقاس مسموح ( $D_{sm}$ او $d_{sm}$ ) .

ويسمى الفرق بين اكبر واصغر مقاسين نهائيين بالتفاوت المسموح ويشار اليه بالرمز $IT$ ، حيث ان :

$IT = d_{big} - d_{sm}$ و ، (للثقوب) للفتحات $IT = D_{big} - D_{sm}$

لعمود المحور .

ويحدد الانحراف النهائى العلوى ($ES$ – للثقب ، $es$ – لعمود المحور) كالفرق بين المقاس النهائى الاكبر ($D_{big}$ ، $d_{big}$) والمقاس المقدر النهائى ( $D_{nom}$ ، $d_{nom}$ ) :

$$ES = D_{big} - D_{nom}; \quad es = d_{big} - d_{nom}$$

ويستخرج الانحراف النهائى السفلى ($EI$; $ei$) كالفرق بين المقاس النهائى الاصغر والمقاس المقدر النهائى :

$$EI = D_{sm} - D_{nom}; \quad ei = d_{sm} - d_{nom}$$

وهناك تحديد ثانى للتفاوت المسموح– الا وهو الفرق بين الانحرافين العلوى والسفلى للمقاس : $IT = ES - EI$ (للثقب) و $IT = es - ei$ (لعمود المحور) .

وسيكون الانحراف ايجابيا (اى زائدا) اذا كان المقاس اكبر من المقدر ، وسلبيا (اى ناقصا) اذا كان اصغر من المقدر .

ويدعى بالمقدر ذلك المقاس الذى تحدد بالنسبة له المقاسات النهائية والذى يستعمل كبداية لحساب الانحرافات . ولذا فان خط المقاس المقدر يكون بالنسبة للانحرافات صفريا ، والانحرافات الواقعة اعلاه تكون ايجابية واما الواقعة اسفله فهى سلبية .

وتدعى التوصيلة التى يتم عندها تداخل القطع او الوحدات التجميعية جزئيا او كليا بالتقارن . ويجب ان تكون القطع او الوحدات

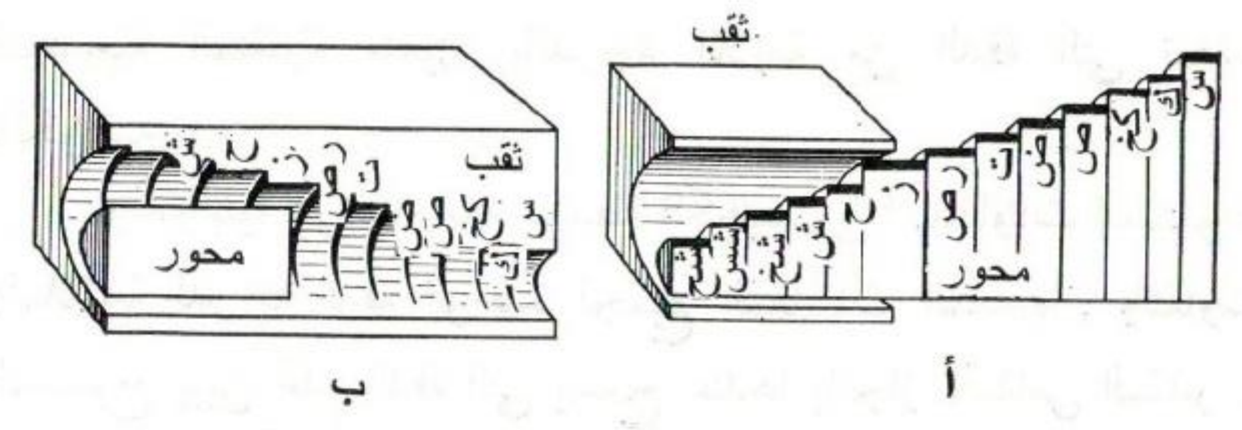
التجميعية المتقارنة متميزة بالدرجة اللازمة من الدقة التى تحدد بالكواليتيه .

والكواليتيه هو نظام معد بواسطة الكواليمتريا * للتفاوتات المسموحة والملائمة لدرجة الدقة الواحدة لجميع المقاسات المقدرة . والتفاوت المسموح يبين عدم الدقة التى يسمح عندها بانجاز المقاس المقدر . وللحيلولة دون القيام باعداد الكواليتيه لكل مقاس مقدر فقد تم وضع تقسيم (تدريج) مجال المقاسات باكمله الى فواصل . وكلا الانحرافين النهائيين فى هذا الكواليتيه متشابهان بداخل كل فاصل ولجميع المقاسات المقدرة . ومجال المقاسات حتى ٥٠٠ مم مقسم الى المسلسل التالى من الفواصل : حتى ٠,١ ؛ ٠,١ — ٠,٣ ؛ ٠,٣ — ١ ؛ ١ — ٣ ؛ ٣ — ٦ ؛ ٦ — ١٠ ؛ ١٠ — ١٤ ؛ ١٤ — ١٨ ؛ ١٨ — ٣٠ ؛ ٣٠ — ٥٠ ؛ ٥٠ — ٨٠ ؛ ٨٠ — ١٠٠ ؛ ١٠٠ — ١٨٠ ؛ ١٨٠ — ٢٥٠ ؛ ٢٥٠ — ٣١٥ ؛ ٣١٥ — ٤٠٠ ؛ ٤٠٠ — ٥٠٠ مم . فمثلا الفاصل من ١٠ وحتى ١٤ مم يشمل المقاسات المقدرة ١٠,٥ ؛ ١١ ؛ ١١,٥ ؛ ١٢ ؛ ١٣ ؛ ١٤ مم ومن ١٤ الى ١٨ مم يشمل ١٥ ؛ ١٦ ؛ ١٧ ؛ ١٨ مم .

وقد يكون اقتران قطعتين او وحدتين تجميعيتين متحركا او ثابتا . وتحدد طبيعة اتحادهما بالتجليس الذى يضمن بهذا القدر او ذاك حرية الانتقال (التحرك) النسبى للقطع المركبة الواحدة بداخل الاخرى او احكام اتحادهما الثابت .

ويدعى احد السطحين المتلامسين للقطعة الجارى توحيدها بالحاضن واما مقاسه فيدعى ايضا بالحاضن ، ويدعى السطح

* الكواليمتريا — اتجاه علمى يوحد الاساليب الكمية لتقدير النوعية. واحدى المهمات الأساسية للكواليمتريا هى تعليل قائمة مؤشرات النوعية واعداد اساليب تحديدها .




الشكل ٦ . مخططات توزيع التجاليس فى نظام الثقب (أ) والمحور (ب)

الآخر ومقاسه بالمحضون . ويدعى السطح الخاضن للاجسام المستديرة «بالثقب» والسطح المحضون «بالمحور» .

وقد يكون التجليس فى نظام «الثقب — المحور» بخلوص (بفرجة) او بصعوبة (باستعصاء) . ويحدد الخلوص كالفرق الايجابى (الزائد) بين مقاسى الثقب والمحور (مقاس الثقب اكبر من مقاس المحور) . وهذا الخلوص قد يكون الاكبر او الاصغر . ويدعى بالخلوص الاكبر الفرق بين المقاس النهائى الاكبر للثقب والمقاس النهائى الاصغر للمحور ، واما الخلوص الاصغر فهو الفرق بين المقاس النهائى الاصغر للثقب والمقاس النهائى الاكبر للمحور.

واما الصعوبة فتحدد كالفرق السالب (الناقص) بين قطرى الثقب والمحور قبل تجميع القطع والذى يشكل بعد التجميع اتحادا ثابتا . وقد تكون الصعوبة هى الكبرى او الصغرى . ويدعى بالصعوبة الكبرى الفرق بين المقاسين النهائيين الأكبر والأصغر للمحور والثقب واما الفرق بين المقاسين النهائيين الاصغر والاكبر للمحور والثقب فيدعى بالصعوبة الصغرى . وترى فى الشكل ٦ ، أ ، ب مخططى توزيع التجاليس فى نظام «الثقب — المحور» .

ويمكن مجازا تقسيم كل التجاليس الى ثلاث مجموعات أساسية : الكبسية والانتقالية والمتحركة .

والتجاليس الكبسية مخصصة للتوصيلات الساكنة بدون دعم لاحق لها بمسامير التثبيت او التوصيل او المنع . وتنتمى الى هذه المجموعة التجاليس الساخنة (س) والكبسية (ك) والكبسية الخفيفة (كخ) . ويجوز حسب الصعوبة تقسيم جميع التجاليس الكبسية الى اربع مجموعات : الثقيلة جدا والثقيلة والمتوسطة والخفيفة . ويتم ضمان الصعوبة فى جميع انواع التجاليس المذكورة . وتستخدم التجاليس الثقيلة جدا والثقيلة بشكل رئيسى للتجميع مع التسخين المسبق للثقب او التبريد المسبق للمحور ، واما التجاليس الباقية فهى مقدرة على الاغلب للتجميع البارد تحت المكبس .

واما التجاليس الانتقالية فتستخدم للتوصيلات الساكنة مع دعم لاحق لها بمسامير التثبيت والتوصيل والمنع وبالبراغى ، وتستعمل بشكل رئيسى لمركزة القطع المتقارنة . وتنتمى الى هذه المجموعة التجاليس الصماء (ص) والضيقة (ض) والمتوترة (ت) والمرصوصة (رص) .

واما التجاليس المتحركة فتستخدم للتوصيلات التى لابد من وجود خلوص مضمون فيها . وتنتمى الى هذه المجموعة التجاليس الانزلاقية (ز) والحركية (ح) والشوطية (ش) والشوطية الخفيفة (شخ) والشوطية الواسعة (شس) والشوطية الحرارية (شح) .

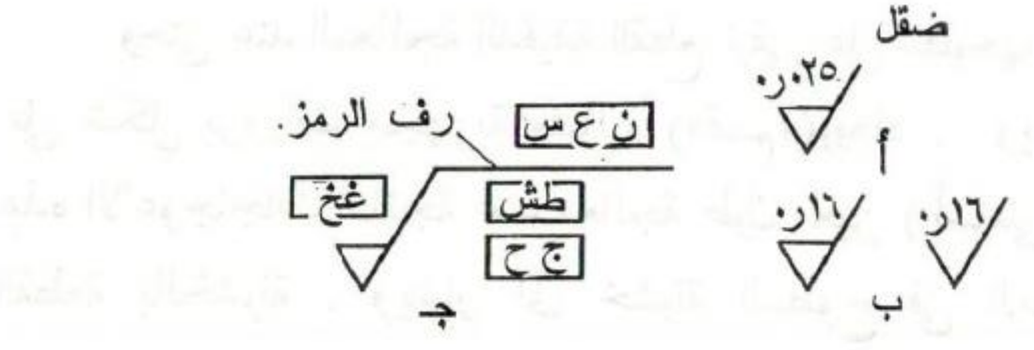
ويرى فى الشكل ٧ مخطط لمجالات التفاوتات المسموحة والتجليسات للثقوب والمحاور . ويرمز لمجالات التفاوتات المسموحة والتجليسات بحرف او حرفين من الحروف اللاتينية (الكبيرة للثقب والصغيرة للمحور) .

ان مجال التفاوت المسموح فى الشكل محدد بخط أفقى من جانب الانحراف الأساسى الأقرب من خط الصفر . والانحراف

الشكل ٧ . مخطط موقع مجالات التفاوتات المسموحة والتجاليس للثقوب والمحاور

الأساسى لمجال التفاوت المسموح للرمز المعطى ثابت لجميع الكواليتيه (عدا المجالات $K$, $M$, $H$, $k$ ) . ويزداد مقاس مجال التفاوت المسموح مع ازدياد رقم الكواليتية وفاصل المقاسات .

وتستخدم التجاليس على الاغلب فى نظام الثقب واما فى نظام المحور فتستخدم فقط عند وجود اعتبارات محددة ذات طابع تصميمى او تكنولوجى . ويرمز الى مجال التفاوت المسموح للفتحة الأساسية بالحرف $H$ فى الشكل . وتقوم مجالات التفاوت المسموح للفتحات المرموز لها بباقى الحروف بتحديد انحرافات




الشكل ٨. الرمز الى خشونة السطح المعالج (أ – ج)

قطع التجاليس فى نظام المحور . ويشار الى مجال التفاوت المسموح للمحور الاساسى بالحرف $h$ فى المخطط . وتقوم مجالات التفاوتات المسموحة للمحاور المرموز لها بباقى الحروف بتحديد انحرافات محاور التجليس فى نظام الثقب .

واما مجالات التفاوتات المسموحة للثقوب من $A$ الى $H$ وللمحاور من $a$ الى $h$ فهى مخصصة للتجاليس بخلوص على التوالى فى نظام المحور او الثقب . ومجالات التفاوتات المسموحة للثقوب $J, J_s, K, M, H$ وللمحاور $j, j_s, k, m, h$ هى للتجاليس الانتقالية واما مجالات التفاوتات المسموحة للثقوب من $P$ الى $ZC$ وللمحاور من $p$ الى $zc$ فهى للتجاليس بصعوبة .

وكل تجليس يتصف بالتفاوت المسموح . ويدعى بالتفاوت المسموح للتجليس (المرموز له بالحرف $\Delta$ ) مجموع التفاوتين للثقب والمحور اللذان يشكلان اتحادا هو $\Delta = IT_h + IT_s$ (حيث ان $h$ — hole و shaft — $s$ — المترجم) . ويعبر عن المقاس المقدر ، الذى يشار له بمجال التفاوت المسموح بالمليمتر ، ويوضع خلفه حرف (او حرفان) ، يحدد وضع مجال التفاوت بالنسبة لخط الصفر ومن ثم رقم (او رقمان) يدل على الكواليتيه .

وتتعرض القطع الجارى تصنيعها لطائفة من الشروط ومن ضمنها الجودة اللازمة لمعالجة سطوحها والتى تحدد بالدرجة الاولى بخشونتها .

وحتى عند المعالجة الدقيقة للقطع تبقى على سطوحها اعوجاجات على شكل بروزات مجهرية متتالية («قمم»)ووهاد . ويدعى مجمل هذه الاعوجاجات الناتجة عند معالجة طول معين (أساسى) من سطح القطعة بالخشونة . ويشار الى خشونة السطوح فى الرسومات بقيم عددية ذات متغير واحد او اكثر فوق الرمز التالى الذى يعنى : ▽ - سطح جرى تشكيله بازالة طبقة من المادة بمعالجة ميكانيكية (بالتجليخ او الكشط) او بمعالجة كيميائية (نقش بالحوامض) او بطريقة اخرى؛ ▽ - سطح جرى تشكيله بدون ازالة طبقة من المادة (بالسكب او بالطرق او بالسحب او بغيره) ؛ ✓ - سطوح لا تحدد طرق معالجتها . والسطح الذى لا تحدد خشونته وفقا للقياس لا يقام بالرمز اليه على العموم . ويظهر فى الشكل ٨ الرمز الى خشونة السطح .

واذا كان من الضرورى الاشارة بان الحصول على السطح ذى الجودة المطلوبة لا يتم الا بالمعالجة يقام عندها بالاشارة الى نوع المعالجة على يمين الرمز (الشكل ٨ ، أ) واما فى الحالات الاخرى فلا يقام بالاشارة الى نوع المعالجة (الشكل ٧ ، ب) . ويرى فى الشكل ٨ ، ج عند الرمز ثلاث خشونات للسطوح ونوع معالجة السطح (ن ع س) (او تعليمات اضافية اخرى) ومتغيرات الخشونة (غ خ) وطول الاساس (ط أ س) واتجاه الخشونة (ج خ) .

## البند ٤ . فن أخذ القياسات

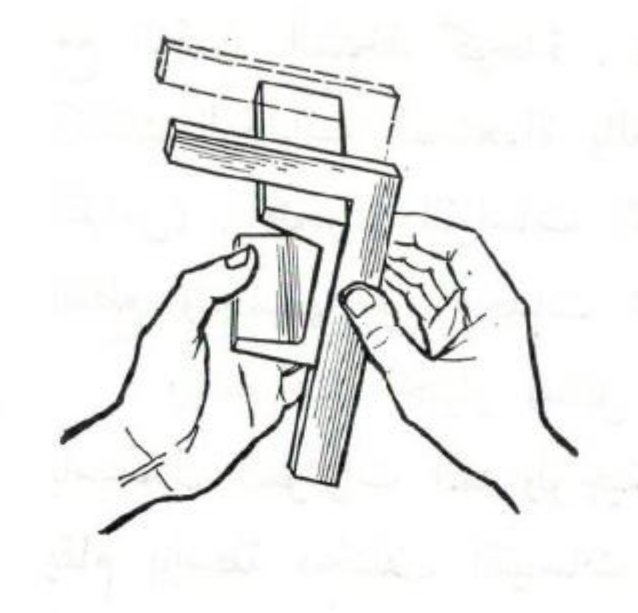
القياس - هو ايجاد مدلول المقدار الفيزيائى بطريق التجربة بواسطة وسائل تقنية خاصة . ويتلخص القياس فى مقارنة المقدار الجارى قياسه (مثلا طول المحور او قطر ثقب كرسى المحور)

مع المقدار المتخذ كوحدة . ويجرى تحديد وسائل وطرق القياس وكذلك الوحدات المستعملة بالعلم الذى يدعى بالمترولوجيا (علم القياس) . وتجرى القياسات اثناء العملية وبعد الانتهاء من تجهيز القطع وتجميعها فى وحدات تجميعية .

ويقام عند اختيار وسائل القياس لتحديد المتغيرات المطلوبة باستعمال المؤشرات المترولوجية . وفى الممارسة العملية للاصلاح يقام بواسطة مختلف القياسات وبمساعدة ادوات القياس بتحديد اهم المتغيرات للقطع والوحدات التجميعية الجارى تجهيزها : القياسات الخطية (الطولية) — الاقطار والاطوال ؛ الانحرافات عن الشكل الهندسى الصحيح — الاقتراب من الشكل البيضوى وعدم التوازى ؛ حالة السطوح المعالجة — الخشونة وغيرها . ويرد ادناه وصف مختصر لطرق واساليب انجاز عدد من القياسات السهلة بواسطة اكثر ادوات القياس انتشارا — الزاوية والورنية وورنية قياس العمق وورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات وكذلك البرجل ومقياس الاقطار الداخلية .

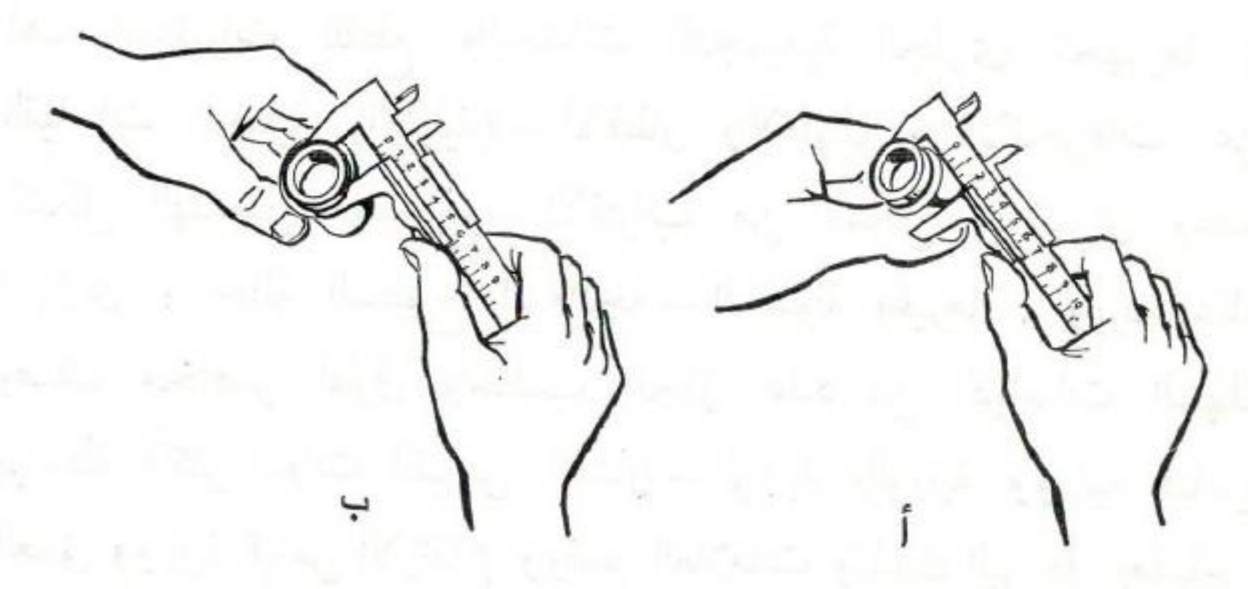
وتستخدم الزاوية لفحص الزوايا القائمة الخارجية والداخلية . وعند فحص الزاوية الخارجية توضع الزاوية على القطعة بالجزء الداخلى لها واما عند فحص الزاوية الداخلية فبالجزء الخارجى لها (الشكل ٩) . وبعد وضع الزاوية على القطعة الجارى فحصها ، بحيث تضغط باحد الضلعين عليها برفق واما الآخر فيقرن بالسطح المراد تصنيعه يتم الحكم على صحة الزاوية القائمة بالفاصل الحاصل بينهما .

ويتم بواسطة الورنية تحديد المقاسات الخارجية والداخلية للقطع الجارى تصنيعها (انظر الشكل ٥ ، أ) . ويرى فى الشكل

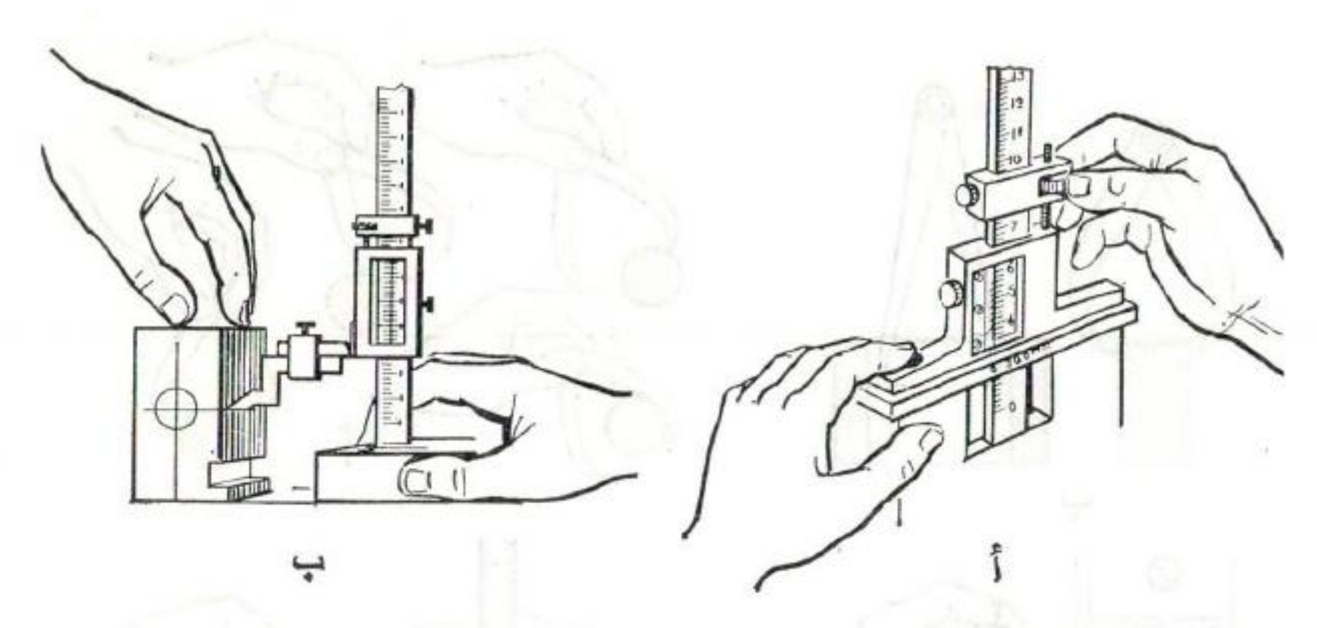


الشكل ٩ . فحص زوايا القطعة الجارى تصنيعها

الشكل ١٠ . طرق اخذ قياسات اقطار القطع الجارى تصنيعها بالورنية :
أ – الخارجية ، ب – للقنوات الضيقة



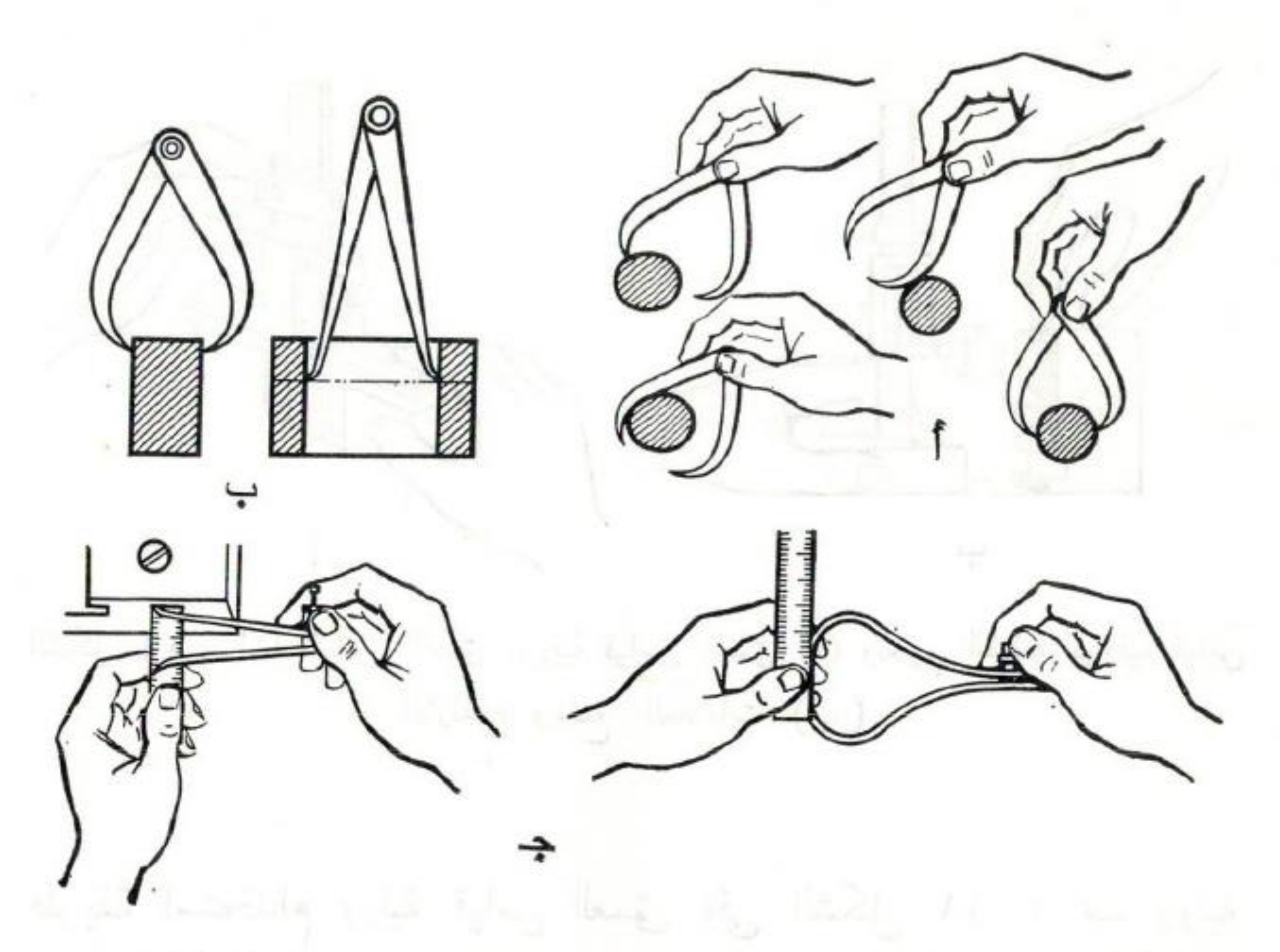

١٠ ، أ طريقة اخذ قياس القطر الخارجى للقطعة الجارى تصنيعها بالسطوح المستوية لشفاه الورنية ، وقطر القناة الضيقة للقطعة فى الشكل ١٠ ، ب . ومن انواع الورنية هناك ورنية قياس العمق وورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات . وتستخدم ورنية قياس العمق لقياس اعماق الثقوب والشقوق والنتوءات والبروزات والقنوات الغير نافذة ، واما ورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات فتستخدم لقياس ارتفاع القطع ولوضع العلامات . وعادة ما تلحق بورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات سيقان للاستبدال وسيقان – دبابيس حيث يجرى بواسطتها وضع علامات وكذلك اخذ القياسات اللازمة للارتفاعات على الواح التعليم الخاصة . ويشاهد فى الشكل ١١ ، أ




الشكل ١١ . اخذ قياس العمق بورنية قياس العمق (أ) وتعليم القطعة بورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات (ب)

طريقة استخدام ورنية قياس العمق وفى الشكل ١١ ، ب ورنية قياس الارتفاع ووضع العلامات .

واما طرق اخذ القياسات بالبرجل ومقياس الأقطار الداخلية فترى فى الشكل ١٢ ، أ ، ب، جـ . وعند اخذ قياس القطعة بالبرجل او بمقياس الاقطار الداخلية تؤخذ الاداة باليد اليمنى عند المفصل ويباعد ما بين ساقيها بمسافة تناسب تقريبا المقاس الجارى أخذ قياسه . ومن ثم يقام ببعض الضربات الخفيفة لتقريب او ابعاد ساقى الاداة بحيث تلامس طرفاها (شفتاها) سطح القطعة الجارى قياسها بدون اهتزاز او خلوص (فسحة) . ولدرء الاخطاء عند القياس ينبغى الامساك باداة القياس بشكل متعامد بدقة مع خط محور القطعة الجارى قياسها . وتشاهد طرق اخذ قياس قطر المحور بالبرجل فى الشكل ١٢ ، أ ، وقياس قطعة مستطيلة بالبرجل والقطر الداخلى لكرسى محور انزلاقى بمقياس الاقطار الداخلية فى الشكل ١٢ ، ب .




الشكل ١٢ . طرق اخذ القياسات بالبرجل وبمقياس الاقطار الداخلية :
أ – تركيب البرجل على مقاس القطعة ، ب – اخذ قياس القطع بالبرجل وبمقياس الاقطار الداخلية ، جـ – تحديد المقاس بالبرجل وبمقياس الاقطار الداخلية بمسطرة ذات مقياس

وبعد أخذ المقاس عن القطعة توضع اداة القياس بحذر على مسطرة ذات مقياس بحيث تكون احدى ساقى الاداة ، عند القياس بالبرجل ، مرتكزة على طرف المسطرة ، وعند القياس بمقياس الاقطار الداخلية تكون على مستوى واحد مع طرف او علامة التقسيم للمسطرة (الشكل ١٢ ، ج) . وتثبت هذه الساق بخنصر اليد اليسرى (وذلك للحيلولة دون انزلاقها) ومن ثم يقام بوضع الساق الاخرى على علامة التعليم المطابقة للمسطرة ويسجل القياس الناتج .

وكذلك تستخدم فى نفس الوقت مع البراجل وادوات قياس الاقطار الداخلية العادية (انظر الشكل ٥ ، هـ ، و) اخرى زنبركية

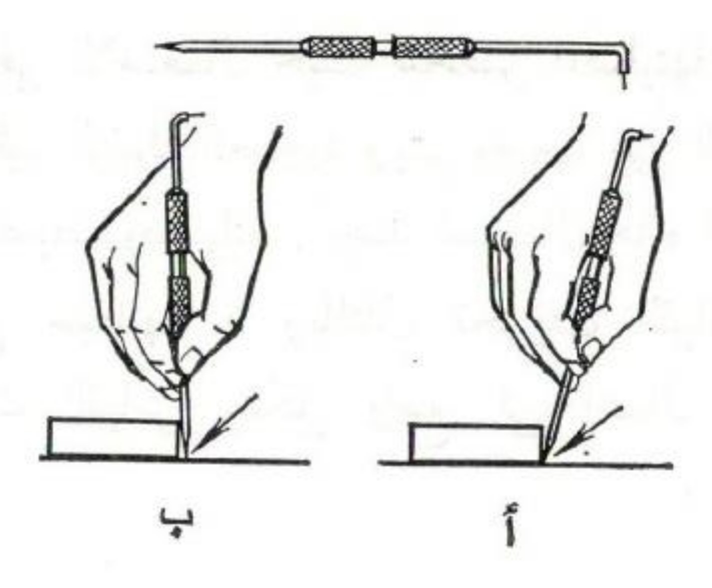
احدث واسهل فى الاستعمال حيث تنحصر افضليتها فى ان سيقانها تتباعد تحت تأثير الزنبرك الموجود ويتم وضعها على القياس المطلوب بواسطة برغى الضبط وصمولته . وعند استعمال هذه الادوات تستبعد امكانية تزحزح سيقانها ، وبالتالى تحريف القياس المأخوذ . وتستخدم ادوات القياس بشكل واسع فى اعمال التعليم (وضع العلامات) .

## البند ٥ . المفاهيم الاساسية عن اعمال التعليم

التعليم هو عبارة عن عملية رسم النقاط والخطوط على التجهيزة أو القطعة الجارى تصنيعها والتى تحدد كنتور (محيط) السطوح الماثلة للتصنيع ، وكذلك الخطوط المحورية والمساعدة وعلامات المركز وذلك لضبط التجهيزات والقطع عند تركيبها على حواض المكنات .

قد يكون التعليم مسطحا ينجز على السطوح المسطحة للمواد والتجهيزات والقطع أو فراغيا يجرى على المواد والتجهيزات والقطع التى تقع سطوحها بزوايا مختلفة بالنسبة لبعضها البعض .

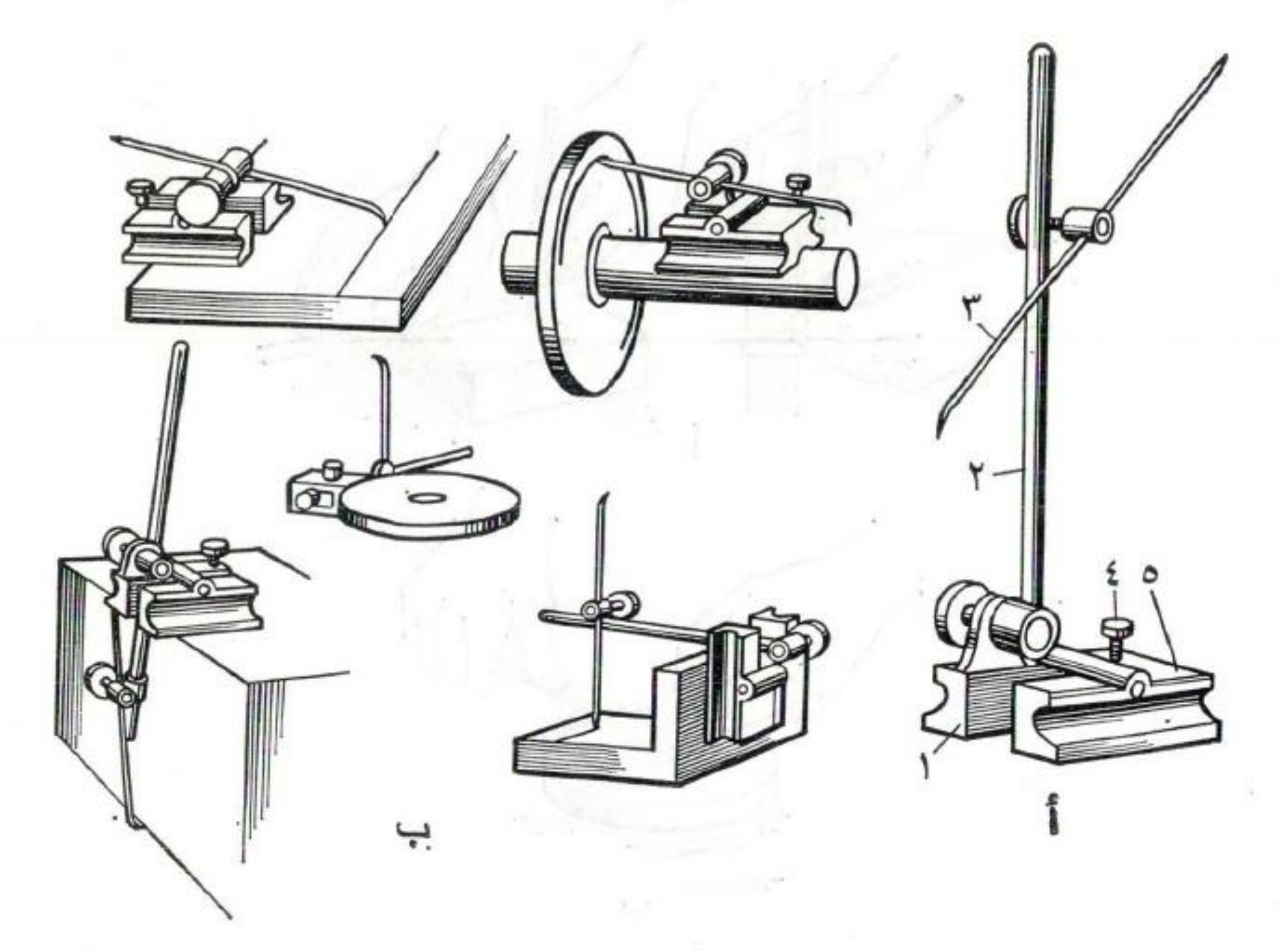
وتجرى اعمال التعليم على الاغلب على الواح التعليم بواسطة ادوات القياس والتعليم وكذلك بمختلف الادوات المسهلة لتعليم التجهيزات والقطع المعقدة . ويتم عند اصلاح محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل غالبا انجاز اعمال التعليم البسيطة بواسطة الراسمات والخادشات والناقرات . والراسمة هى عبارة عن قضيب من الصلب بطول ٢٥٠ — ٣٠٠ مم بطرفين مدببين حيث ان احدهما مثنى بزاوية قائمة . والجزء الاوسط للراسمة يكون مطروقا وذلك للامساك بها جامدا باليد اثناء التعليم . وتستخدم الراسمة لوضع




الشكل ١٣. طرق رسم الخطوط التعليمية بالراسمة :
أ – الوضع الصحيح للراسمة ، ب – الوضع الخاطئ

خطوط التعليم المسماة بالخدوش (بالمسطرة او الزاوية والشبلونة) على سطح مادة التجهيزات والقطع . ويجب ان تكون الخدوش المخططة بالراسمة واضحة ورفيعة لاقصى حد ، ولذا من الضرورى ان يدبب طرف الراسمة قبل البدء بالتعليم وكذلك دوريا اثناء العمل . وتشاهد طريقة رسم الخط التعليمى والوضع الصحيح وكذلك الخاطئ للراسمة فى الشكل ١٣ ، أ ، ب .

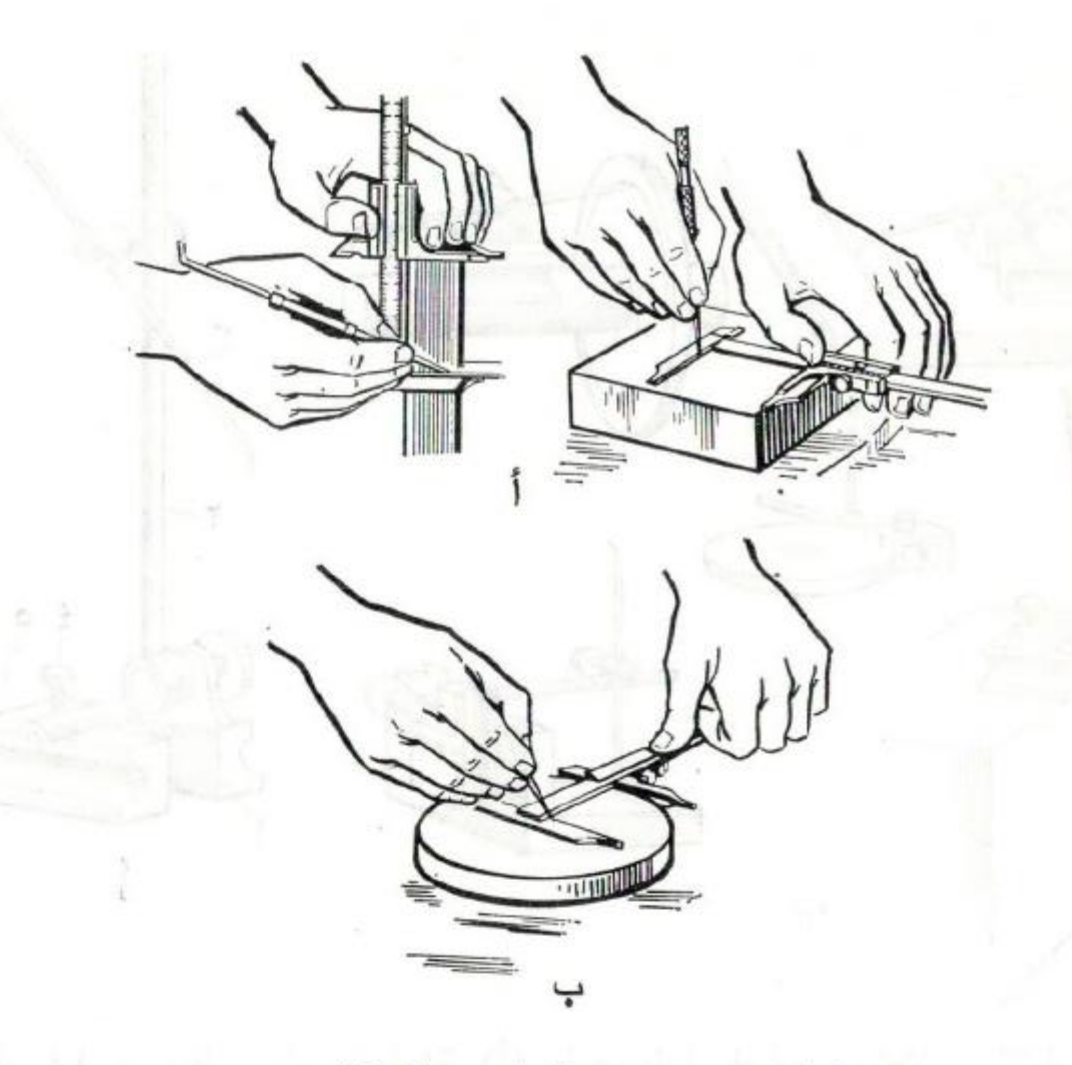
والراسمة هى عبارة عن اداة بسيطة تستعمل لانواع التعليم البسيطة . وهناك اداة تعليم عصرية اكثر ومريحة فى العمل تدعى بالخادشة (الشكل ١٤ ، أ) وتتكون من قاعدة من حديد الزهر ١ ، وقائمة مثبتة فيها بمفصلة ٢ ، مع ابرة – راسمة ٣ وبرغى ضبط ٤ (لتوصيل الابرة الى الموضع بدقة) ومسمار وصلة ٥ . وتشاهد طرق استعمال الخادشة عند تعليم مختلف القطع فى الشكل ١٤ ، ب . ولانجاز اعمال التعليم تستعمل كذلك ادوات ورنية. وتظهر فى الشكل ١٥ ، أ ، ب طرق تعليم القطع المسطحة والمستديرة بواسطة الورنية . وعند لزوم انجاز تعليم معقد مع تخطيط عدد كبير من




الشكل ١٤ . منظر عام للخادشة (أ) واستعمالها لتعليم مختلف القطع (ب)

الدوائر تستعمل ورنية تعليم خاصة ، تتكون من قضيب مع تقسيم بالمليمترات وساقين (ثابتة ومتحركة مع ورنية) . وتوجد للساقين ، اللتين تثبتان فى الوضع المطلوب ببرغى ايقاف ، ابر قابلة للتغيير حيث يمكن تحريكها بسهولة الى اعلى او اسفل وبهذا تكون مريحة جدا عند ضرورة تخطيط دوائر باقطار مختلفة وعلى ارتفاعات متباينة .

وتجرى قبل التعليم معاينة التجهيزة (القطعة) باهتمام للتأكد من انتفاء النواقص على سطوحها كالفقاعات او التجاويف او الصدوع ومن صحة قياساتها ووجود الزيادة المطلوبة . واذا كانت النتائج مرضية لفحص السطح المراد تعليمه ، يجرى تنظيفه وطلائه وذلك حتى تشاهد خطوط التعليم المرسومة عليه بوضوح عند التصنيع .



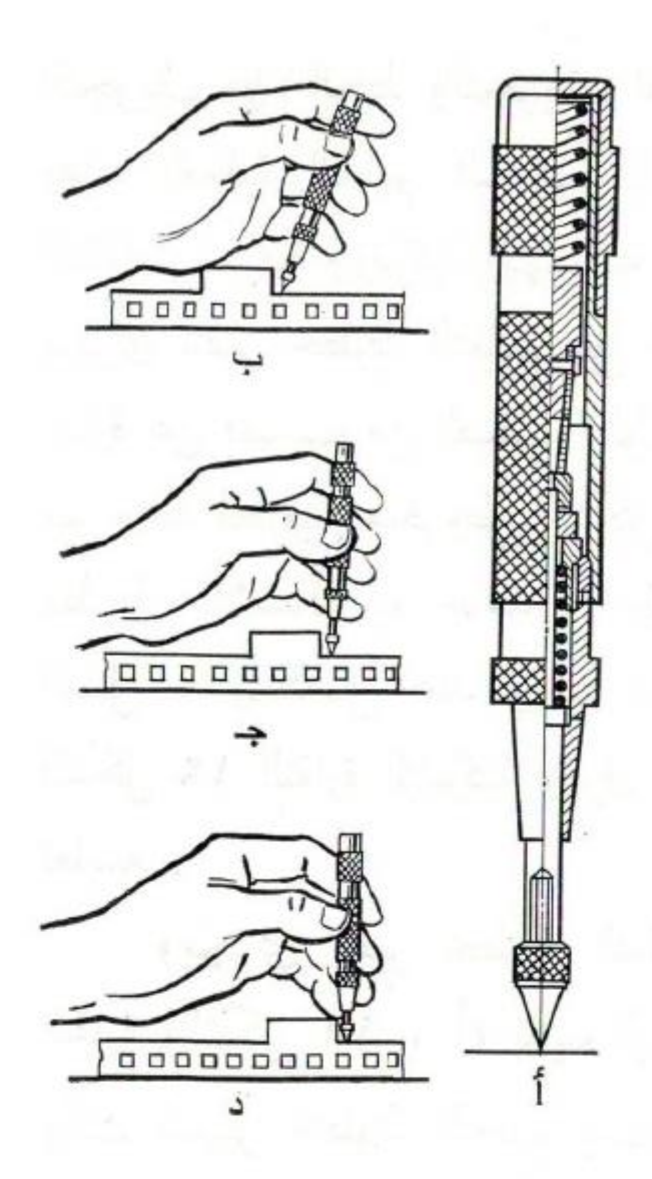

الشكل ١٥ . التعليم بالورنية :
أ – رسم الخطوط على قطعة مسطحة ، ب – رسم مركز قطعة مستديرة

واما السطوح الغير مصنعة والمصنعة بخشرنة فيجرى طلاؤها بالطباشير المذوبة بكثافة فى الماء مع اضافة مخثرات . ويجرى طلاء السطوح المصنعة بشكل نظيف بمحلول الزاج الازرق .

ترسم خطوط التعليم على السطح المطلى للتجهيزات والقطع كالتالى : فى البداية ترسم جميع الخطوط الافقية ومن ثم الرأسية وبعدها المائلة وفى النهاية الدوائر والاقواس وانصاف الاقواس . وقد تكون خطوط التعليم ممسوحة باليدين لدرجة تصبح معها غير مرئية بوضوح ولذا تنقر تجاويف على خطوط التعليم بحيث يقع مركز

التجويف على الخط والتجويف نفسه قد انقسم بالخط الى نصفين . وهذه العملية للتعليم المدعوة بالتنقير تنجز بالنقارة . وقد تكون النقارات بسيطة وزنبركية وكهربائية . وعند اصلاح المعدات الكهربائية يجرى تنقير خطوط التعليم على الاغلب بالنقارة البسيطة والتى هى عبارة عن قضيب من الصلب بطول ٨٠ — ١٥٠ مم وبقطر ١٠ — ١٥ مم واحد الطرفين مخروطى الشكل وبرأس مدبب والجزء الاوسط منه مطروق للامساك به جامدا . والنقارات الزنبركية مريحة اكثر فى العمل ، وتستعمل عند وجود اعمال التعليم بكثرة . وتشاهد فى الشكل ١٦ النقارة الزنبركية وطرق تنقير الخطوط على السطح الجارى تعليمه .

ويجرى تنقير خطوط التعليم حسب التسلسل التالى : تؤخذ النقارة (الشكل ١٦ ، أ) باليد اليسرى مع التمييل بالدفع الى الامام وذلك لتمييز خطوط التعليم بسهولة ، ثم تضغط بالطرف المدبب على الخط ( الشكل ١٦ ، ب) ، وفى هذه الحالة يجب على الطرف المدبب للنقارة ان ينطبق بدقة على الخط . ومن ثم يغير وضع النقارة من المائل الى الرأسى (الشكل ١٦ ، ج) وبعد تثبيتها فى هذا الوضع بسند الاصبع الخنصر لليد اليسرى على القطعة (الشكل ١٦ ، د) تنزل ضربة بالشاكوش على رأس النقارة محدثا على هذا النحو تجويفا (جورة) على خطوط التعليم . ويتوقف تحديد المسافة بين التجاويف على شكل القطعة الجارى تعليمها والدقة المطلوبة . وعند تعليم القطع البسيطة التى لا تتطلب دقة خاصة فى التصنيع توزع التجاويف (النقرات) على خطوط التعليم على مسافات من ٥ الى ١٠ مم عن بعضها البعض .




الشكل ١٦ . طرق تنقير خطوط التعليم بالنقارة الزنبركية (أ) ، تركيب النقارة على خط التعليم (ب) ، تحويل النقارة الى الوضع الرأسى (جـ) ، تثبيت النقارة فى وضع التشغيل عند انزال الضربة عليها (د)

ويجب انجاز اعمال التعليم بانتباه كبير وبدقة متناهية لتفادى ظهور العيوب بجريرة الميكانيكى الكهربائى نتيجة لقراءة خاطئة للمخطط او رسم الخطوط ونقر التجاويف باهمال او التركيب الخاطئ (بدون ضبط مسبق) للقطعة الجارى تعليمها .

## البند ٦ . قطع وتجليس وثنى المعادن

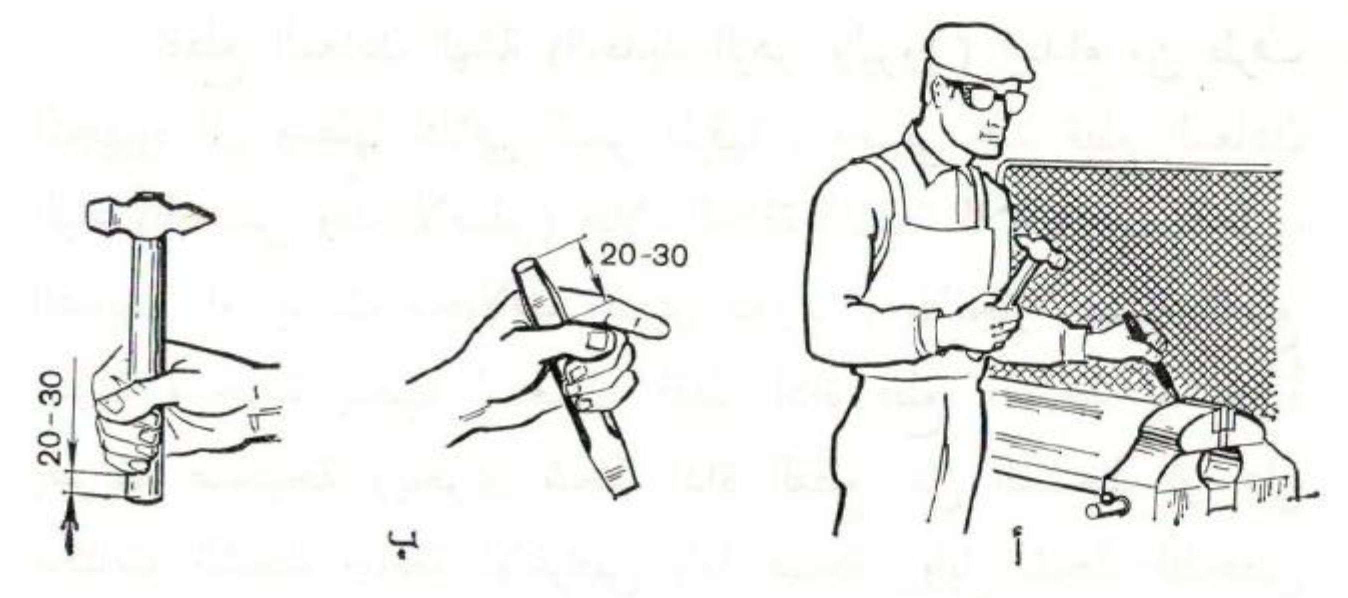
القطع هو عملية برادة لتصنيع المعادن على البارد بالقص بواسطة ادوات الطرق (الشاكوش) والقص (ازاميل ومنها الخاص بالحفر) . وينجز القطع في ملزمة او على لوحة .

تقطع المعادن الهشة (الحديد الزهر والبرونز) ابتداء من طرف التجهيزة الى وسطها لتلافى كسر طرفها . وينبغى عند قطع المعادن اللينة (النحاس ومنه الاصفر) طلاء الحافة القاطعة للازميل بمستحلب الصابون او بزيت محولات القوى دوريا . ولانجاز عملية القطع بسرعة وبجودة يجب استعمال فقط اداة قطع صالحة ومشحوذة بطريقة صحيحة ويجرى شحذ اداة القطع على المشحذ او على مكنات الشحذ جامعة الاغراض واما صحة زوايا الشحذ فتفحص بواسطة الشبلونات والتى عبارة عن شرائح من الصلب ذات تقاوير زاويّة (مقتطعة منها زوايا) .

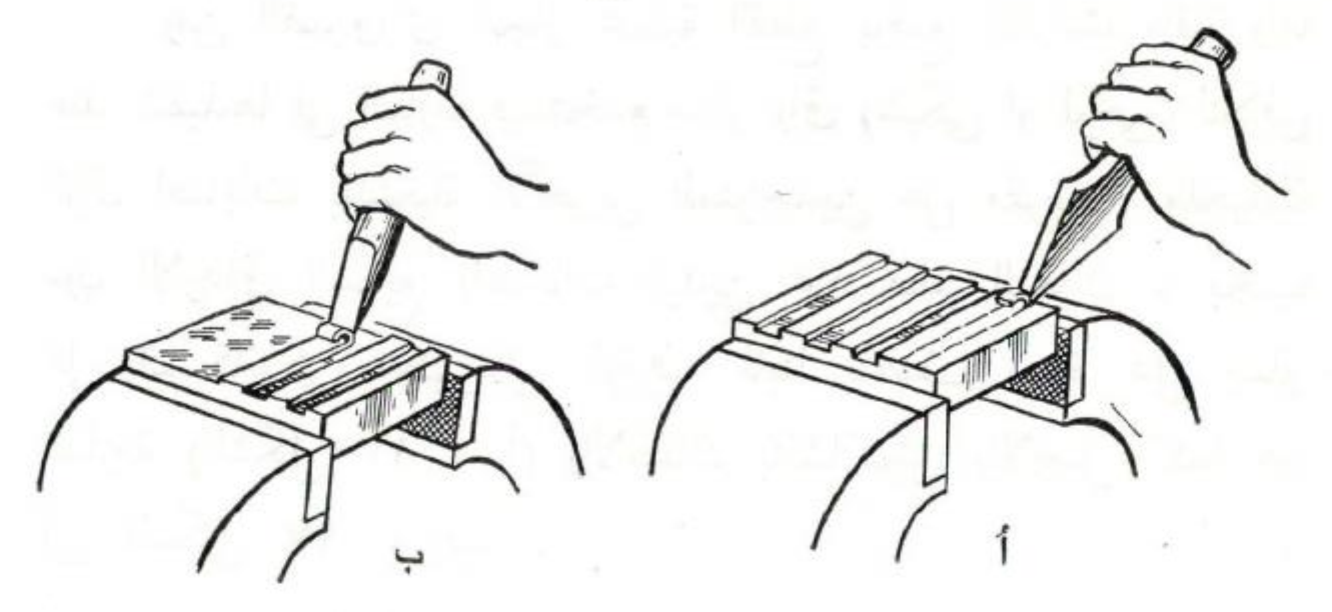
ومن الضرورى انجاز عملية القطع بوضع نظارات واقية واما عند تنفيذها فى الملزمة فيستخدم ستار واق (شبكى او لوحى) لتلافى انزال اصابات بالشغيلة الآخرين المتواجدين على مقربة . وللحيلولة دون الارهاق السريع واصابات اليدين عند قطع المعدن ، يجب على الميكانيكى الكهربائى الوقوف ثابتا بنصف دورة على يسار الملزمة (الشكل ١٧ ، أ) والامساك بالشاكوش والازميل كما هو فى الشكل ١٧ ، ب .

ويجرى القطع اليدوى للمعدن الرقيق (حتى ٣ مم) فى ملزمة وذلك بسند الازميل على خط قطع المعدن الواقع على مستوى شفاه الملزمة واما قطع المعدن العريض فيجرى على مرحلتين : تحفر فى البداية قنوات ضيقة بازميل الحفر (الشكل ١٨ ، أ) ومن ثم تقص البروزات المتكونة بالازميل (الشكل ١٨ ، ب) .

والقطع هو عبارة عن عملية شاقة شاغلة ويتطلب جهدا عمليا كبيرا ولذا فانه يجرى عند ضرورة انجاز حجم كبير من اعمال




الشكل ١٧ . قطع المعدن :
أ – وضع العامل عند الملزمة ، ب – طرق الامساك الصحيح للشاكوش والازميل عند القطع




الشكل ١٨ . قطع المعدن العريض فى الملزمة :
أ – القنوات الضيقة بازميل الحفر ، ب – البروزات («القمم») بالازميل

القطع باستعمال وسائل ممكننة ، مثلا شواكيش قطع كهربائية أو عاملة بالهواء المضغوط .

التجليس . هو عبارة عن عملية ازالة الانبعاجات والانحناءات فى المعدن المطروق على شكل صفائح وشرائط وكذلك فى التجهيزات والقطع الجاهزة . ويمكن القيام بالتجليس بالطريقة اليدوية او

الميكانيكية . ويقام بالتجليس اليدوى بواسطة شاكوش له ضارب (رأس) مستدير وليس مربع يترك عند الضرب بزواياه آثارا عميقة على سطح المعدن . ويجب ان يكون سطح ضارب الشاكوش مجلخا واما الضربات فيجب انزالها فقط من جهة الجزء المحدب للضارب .

ويجرى تجليس المصنوعات الرقيقة من الصلب والمعادن الغير حديدية والسبائك وكذلك القطع ذات السطوح المعالجة ، بشواكيش مصنوعة من المعادن اللينة (النحاس والرصاص) او من خشب الاشجار الصلبة . ويمكن القيام بتجليس السطوح المصنعة بالشاكوش العادى للبرادة ولكن يجب فى هذه الحالة وضع فرش على المصنوعة الجارى تجليسها من معدن لين وانزال الضربات بالشاكوش من خلالها .

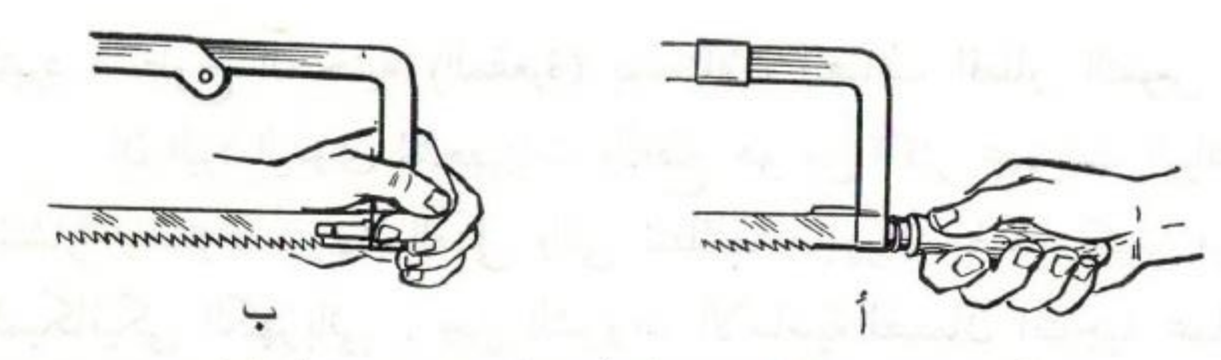
وتكون التجهيزات والقطع المصنوعة من حديد الزهر غير قابلة للتجليس حيث انه قد تظهر فيها صدوع حتى عند الضربات الخفيفة نسبيا واما عند الضربات القوية فانها من الجائز ان تتهشم جزئيا او كليا .

تدعى بالثنى عملية البرادة والتى تكتسب التجهيزة او القطعة المعدنية نتيجة لها شكلا محنيا حسب الكنتور المطلوب . وتؤثر اثناء عملية الثنى على القطاع المعنى للتجهيزة اجهادات التمديد والتقليص فى آن واحد . فالطبقات الخارجية للتجهيزة المعدنية الواقعة خارج زوايا الانحناء ستتمدد وتزداد اطوال الياف المعدن ، واما الطبقات الداخلية الواقعة داخل زوايا الانحناء فانها ستتقلص وستقصر اطوال الياف المعدن واما الطبقات المتوسطة للمعدن والواقعة على الخط المحايد للقطاع المحنى فلن تتعرض للتأثيرات

المشوهة . ولذا فانها ستحتفظ بالتكوين البدائى لها بلا تغير تقريبا .
ويجب اجراء ثنى المعدن عندما تكون انصاف الاقطار صغيرة مع الاخذ بعين الاعتبار امكانية تقطع الطبقة الخارجية فى مكان الحنى من جراء الاستطالة الغير مسموحة بها لالياف هذا المعدن .
ولتسهيل عمليات الثنى للمواد وللتجهيزات المعدنية ذات السمك الكبير ، يقام مسبقا بتسخين القطاع الماثل للثنى بلهب وابور اللحام او مشعل الغاز . وتعتمد درجة حرارة التسخين المطلوبة على نوع المعدن (صلب ، نحاس ، الومنيوم) ولا يجب ان تقل عن ٢٥٪ من قيمة درجة حرارة انصهار هذا المعدن .

## البند ٧ . قص وبرد المعادن

القص هو عبارة عن عملية برادة تجرى لفتح شقوق سطحية (غير نافذة) ولتقوير وتقطيع المعادن ومختلف المواد الصلبة (مثل التكستوليت والجيتيناكس) .
وتجرى عمليات القص فى الممارسة العملية للاصلاح يدويا بواسطة مقصات معادن ومناشير ، وبالطريقة الآلية — بمقصات المقصلة وعلى مكنات قص المعادن . والطريقة المفضلة لقص المعادن وغيرها من المواد الصلبة هى القص بالمنشار اليدوى حيث يعار عنده انتباه خاص لصحة تثبيت شريط النشر فى الهيكل ووضع اليد على مقبض وهيكل المنشار ووضع المنشار بالنسبة للمادة الجارى قصها . ويجب ان يكون شريط النشر مثبتا فى الهيكل بحيث لا يكون مشدودا بقوة كبيرة ولا يكون مسترخيا واما اسنان شريط النشر فيجب ان تكون متجهة الى الامام اى فى اتجاه حركة المنشار الى الامام . ويشاهد فى الشكل ١٩ ، أ ، ب الوضع الصحيح ليدى




الشكل ١٩ . اساليب عمل المنشار عند قص المعادن :
أ – وضع اليد اليمنى على المقبض ، ب – وضع اليد اليسرى على الهيكل

الميكانيكى الكهربائى على مقبض وهيكل المنشار عند القص . وينبغى اثناء القص الامساك بالمنشار افقيا . والشوط الطبيعى للمنشار يجب ان يكون بحيث ان يشترك فى العمل ما لا يقل عن ثلثى طول شريط القص .

اما عملية البرد فانها من اكثر العمليات شيوعا وتتلخص فى الازالة المتتالية (الاستئصال) للطبقة اللازمة (المطلوبة) من المعدن عن سطح التجهيزة او القطعة الجارى تصنيعها . والهدف من برد التجهيزة هو اعطائها شكل ومقاييس القطعة . واما القطعة فتبرد لتحقيق الخشونة المفترضة لسطحها . ويجرى برد التجهيزات والقطع يدويا او بالمكنات. وغالبا ما يستخدم عند اصلاح المعدات الكهربائية البرد اليدوى بالمبارد المسطحة والمثلثة والدائرية ونصف الدائرية . وتبرد بالمبارد المسطحة السطوح المحدبة والمستوية السهلة المنال ، وكذلك قنوات المنع الواسعة على نهايات محاور المكنات الكهربائية وبالمبارد المثلثة الزوايا الداخلية وكذلك السطوح التى يصعب الوصول اليها لبردها بالمبارد المسطحة . وتبرد بالمبارد الدائرية الثقوب المستديرة والبيضوية وكذلك السطوح المقعرة للتجهيزات والقطع . واما المبارد نصف الدائرية فهى للاستعمال المزدوج حيث يمكن بالجهة المسطحة برد السطوح المستقيمة واما بالجهة النصف دائرية (المحدبة)

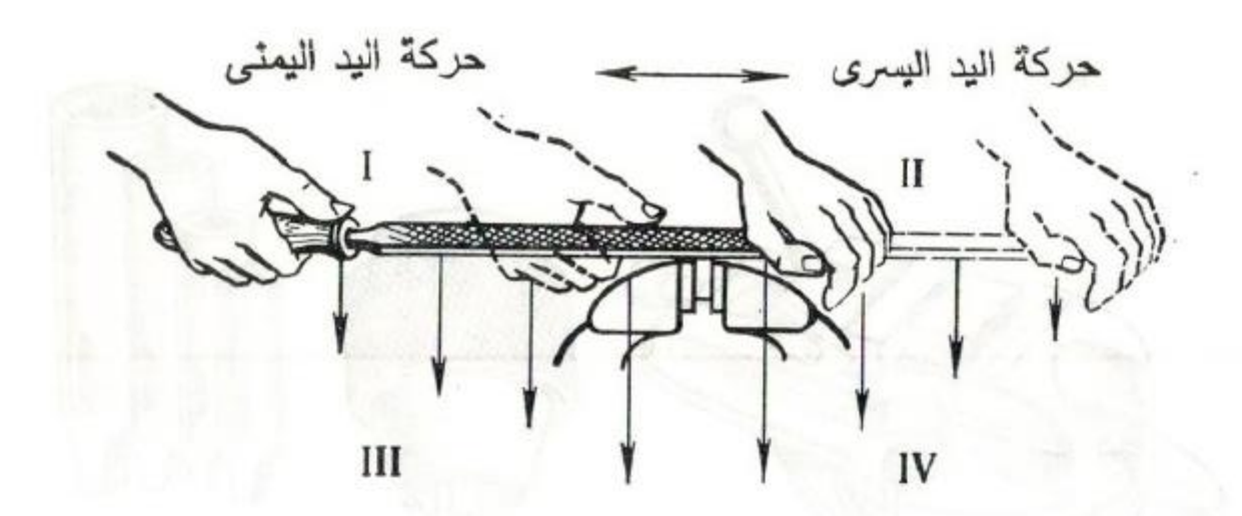
فتبرد السطوح المنحنية (المقعرة) بمختلف انصاف اقطار التقوس .

ان البرد اليدوى للتجهيزات والقطع هو من اكثر عمليات البرادة انتشارا واستنزافا للجهد العملى والتى تتطلب مجهودا عضليا كبيرا من الميكانيكى الكهربائى . ومن الشروط الاساسية لضمان انتاجية عمل الميكانيكى الكهربائى والمحافظة على قواه عند انجاز عمليات البرد اليدوى هو التوزيع السليم لجهود ضغط المبرد على السطح الجارى تصنيعه فى بداية ووسط ونهاية مسار المبرد وكذلك معرفة اختيار تكرار حركة المبرد الملائمة له على السطح الجارى تصنيعه . ويجب عند تصنيع التجهيزة او القطعة بالمبرد الاخذ بعين الاعتبار بانه عند الضغط عليه بجهد ثابت فانه سيميل بمقبضه الى الاسفل عند بداية الشوط (الحركة الى الامام) واما فى نهاية الشوط فسيميل بطرفه الى الاسفل وسيؤدى هذا فى النتيجة الى هدر القوى عبثا والى («تكسيح») حواف السطح الجارى برده واما التوزيع الصحيح لجهود الضغط على المبرد عند البرد فيشاهد فى الشكل ٢٠ بصورة مخطط (بالسهام المتزايدة والمتناقصة فى الطول) . ويعتبر تكرار الحركة الامثل عند البرد من ٤٠ الى ٦٠ حركة مزدوجة فى الدقيقة للمبرد .

## البند ٨ . تخريم وتصحيح وتوسيع الثقوب

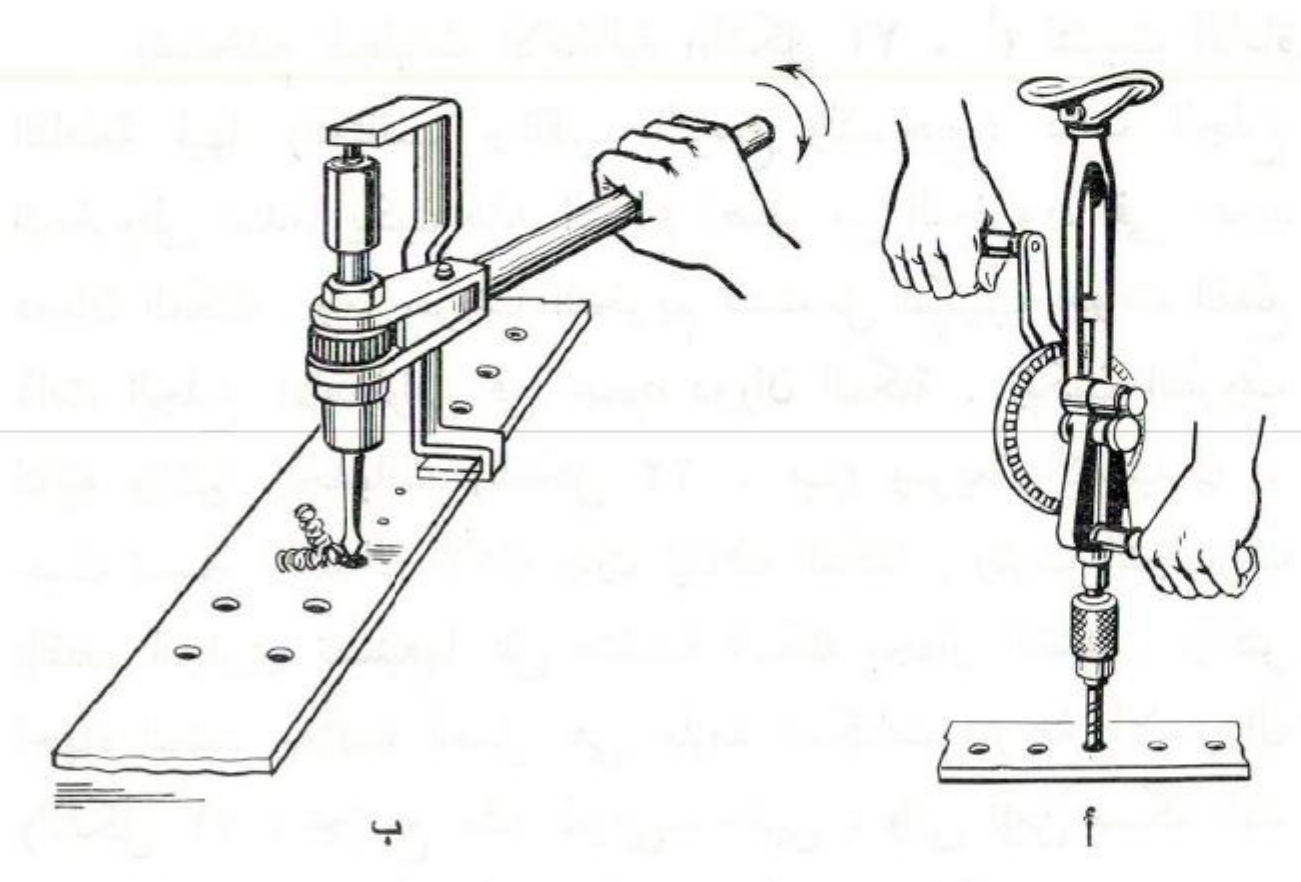
تدعى بالتخريم عملية تشكيل الثقوب فى المادة المصمتة باداة قطع هى المثقب اللولبى او الريشى .

وتخرم الثقوب يدويا بالمثقب الآلى (الشكل ٢١ ، أ) وبالطقطاقة (الشكل ٢١ ، ب) وكذلك بالآلات المدارة بالكهرباء وعلى الاغلب بمكنات التخريم بواسطة مثاقب وجلبات انتقالية وظروف التخريم واجهزة المشد .



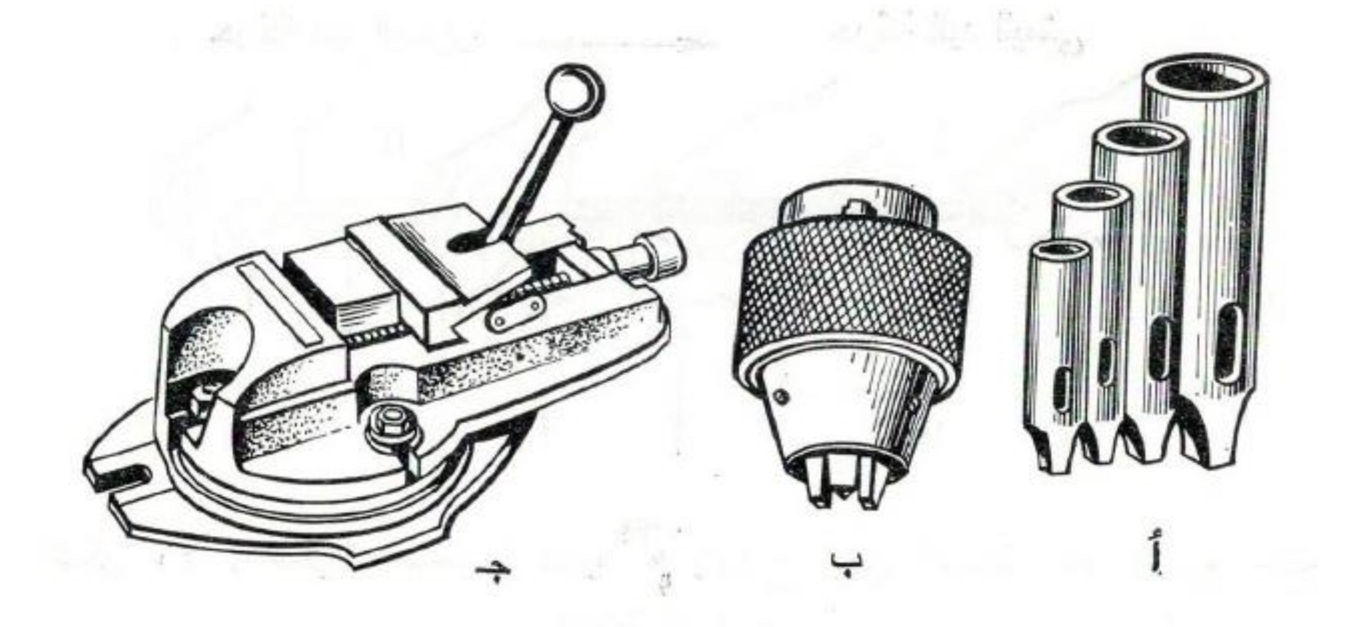

الشكل ٢٠ . الحركة الصحيحة للمبرد ، وتوزيع جهود الضغط عند تصنيع سطح القطعة بالبرد :

I و II – بداية ونهاية حركة اليدين ، III – الجهد المتزايد بالتدريج ، والناشئ عن اليد اليمنى ، IV – الجهد المتناقص بالتدريج والناشئ عن اليد اليسرى




الشكل ٢١. اساليب التخريم اليدوى :

أ – بالمثقب الآلى مع مثقب لولبى ، ب – بالطقطاقة مع مثقب ريشى




الشكل ٢٢ . ادوات للتخريم على المكنات :
أ – جلبات انتقالية ، ب – ظرف ثلاثى الحدبات ، جـ – ملزمة مكنات سريعة الاستبدال مع مشد ذراعى – حدبى لتثبيت القطعة الجارى تصنيعها على منضدة مكنة التخريم

وتستخدم الجلبات الانتقالية (الشكل ٢٢ ، أ) لتثبيت الاداة القاطعة فيها (المثاقب ومثاقب التوسيع والتصحيح) ذات الجذع المخروطى عندما يكون هذا الجذع اصغر من المخروط فى عمود دوران المكنة . واما ظروف التخريم فتستعمل لتركيب ادوات القطع ذات الجذع الاسطوانى فى عمود دوران المكنة . وتكون الظروف ثنائية وثلاثية الحدبات (الشكل ٢٢ ، ب) وسريعة الاستبدال ، حيث تسمح استبدال الاداة بدون ايقاف المكنة . وتثبت التجهيزات والقطع الجارى تصنيعها على منضدة المكنة بجهاز المشد . واكثر اجهزة المشد ملائمة للعمل هى ملزمة المكنات سريعة الاستبدال (الشكل ٢٢ ، جـ) مع مشد ذراعى – حدبى ، والتى تؤمن مسكة ثابتة واستبدالا سريعا للقطع الجارى تصنيعها .

والتخريم هو من اكثر عمليات البرد اهمية والتى تنجز غالبا

فى المرحلة الختامية لتصنيع القطعة ولذا فان اقل انحراف عن القياسات المعطاة هو اخلال بنظام انجاز عملية التخريم كما وان استعمال اداة قطع معطوبة او غير ملائمة وكذلك التثبيت الخاطىء واللامتين للقطعة الجارى تصنيعها على منضدة المكنة يؤدى حتما الى اتلاف القطعة وكسر اداة القطع .

ومن الضرورى مراعاة القواعد الاساسية التالية عند التخريم :

— ينبغى تثبيت القطعة الجارى تصنيعها على منضدة المكنة بشكل صحيح ومتين ؛

— يجب ان يلائم قياس المثقب القياس المطلوب للثقب ؛

— يتطلب توجيه المثقب بدقة نحو خط محور الثقب الجارى تخريمه ؛

— يجب انسكاب سائل التبريد باستمرار على المثقب ؛

— يجب عند نهاية تخريم الثقوب النافذة تخفيف ضغط المثقب على القطعة لتلافى خرق طبقة المعدن المتبقية دون تخريم تحت المثقب ؛

— تجب متابعة صحة سير عملية التخريم باستمرار واتخاذ الاجراءات اللازمة عند انحراف او انحباس المثقب فى الثقب الجارى تخريمه وكذلك انفلات المثقب من الظرف او الجلبة الانتقالية وارتخاء متانة تثبيت القطعة الجارى تصنيعها فى جهاز المشد وكذلك عند ظهور نواقص اخرى تؤدى الى كسر الاداة او اتلاف القطعة الجارى تصنيعها .

تصحيح الثقوب هو عملية برد لمعالجة مدخل او مخرج الثقب باداة خاصة — بمثقب التصحيح ، وذلك لغرض ازالة النتوءات وللتكسيح او لتشكيل تجويف لاخفاء رؤوس المسامير والقلاووظ والبراغى

والتباشيم . واذا كان من الضرورى اعطاء الثقوب شكلا اسطوانيا بدقة اكبر فى القطع التى شكلت بالسكب او الختم بالكبس يقام بعملية تصحيح الثقوب بواسطة مثاقب التصحيح .

واما الثقوب التى تتعرض لمتطلبات متزايدة تتعلق بدقة ودرجة الخشونة للسطح فتجرى معالجتها بعملية توسيع الثقوب والتى تنجز بواسطة مثقب التوسيع . وتوسيع الثقوب هو عبارة عن عملية معالجة نظيفة للثقب تضمن دقة تبلغ ٧ — ٩ كواليتيه وخشونة سطح تبلغ ٧ — ٨ درجات .

وتجرى عملية توسيع الثقب حسب الترتيب التالى :

— يقام بفحص مقدار الزيادة المخلفة للتوسيع والتى يجب ان لا تزيد عن القيمة المقدرة لها ؛

يختار مثقب توسيع (بجزء قاطع خال من النقرات والتجاويف) مناسب للثقب المراد توسيعه ؛

— ينصب مثقب التوسيع على الثقب وتفحص (بالزاوية) عموديته على خط محور الثقب ؛

— تدار المكنة ويدلى مثقب التوسيع الدوار بسلاسة فى الثقب المراد توسيعه .

ويقام عند اجراء عملية توسيع الثقوب فى القطع المصنوعة من الصلب وحديد الزهر بتزييت مثقب التوسيع بزيت محولات القوى او المكنات ، وفى القطع من الالومنيوم بمزيج من التربنتين والكيروسين ، وفى القطع من النحاس بمستحلب . واما الثقوب فى القطع من النحاس الاصفر فيسمح بتوسيعها بلا تزييت — «على الناشف» .

## البند ٩ . القلوظة

تدعى بالقلوظة العملية التى تتشكل نتيجة لانجازها قنوات لولبية على سطوح القضبان والثقوب الاسطوانية تسمى بالقلاووظ . والعناصر الاساسية للقلاووظ هى المقطع والسن والخطوة والعمق والاقطار .

مقطع القلاووظ هو خطوط الوهاد والنتوءات فى المقطع الطولى المار بخط المحور للبرغى او الصمولة .

السن (الدورة) هو جزء القلاووظ الناتج عن دورة واحدة كاملة للمقطع .

الخطوة هى المسافة بين الجوانب المتوازية او قمم النتوءات لسنين متجاورين والمقاسة باتجاه طول خط محور القلاووظ .

عمق القلاووظ هو المسافة من قمة القلاووظ الى اساس المقطع والمقاسة عموديا لخط محور البرغى .

ويتميز القلاووظ بالاقطار التالية : — الخارجى (قطر الاسطوانة المحيطة قرب السطح المقلوظ والذى يقاس للبراغى بقمم مقطع القلاووظ وللصواميل بالوهاد) ، الداخلى (قطر الاسطوانة المماسة فى السطح المقلوظ والذى يقاس للبراغى بالوهاد وللصواميل بقمم القلاووظ) .

وهناك القلاووظ اليمينى واليسارى حيث ان البراغى والصواميل ذات القلاووظ اليمينى تربط (تشد) باتجاه عقارب الساعة ، واليسارى بعكس اتجاه عقارب الساعة . وتستعمل فى الهندسة ثلاثة اشكال من القلاوظ : المترى والانشى والانبوبى. وتقاس الخطوة فى القلاووظ المترى بالمليمترات وفى الانشى يعوض عن الخطوة بعدد الاسنان (الدورات) على طول انش واحد .

وغالبا ما يستعمل فى صناعة المكنات الكهربائية قلاووظ مترى يمينى واما القلاووظ الانشى فيستعمل عند صنع قطع التثبيت وغيرها للمعدات الكهربائية الجارى اصلاحها والتى استعمل فى بنائها هذا القلاووظ .

واما القلاووظ الانبوبى فله خطوة اصغر نوعا ما من القلاووظ الانشى ويستعمل بشكل رئيسى فى توصيل الانابيب . وتتم القلوظة بواسطة ادوات قلوظة – مقلوظات (انظر الشكل ٤ ، د ، ﻫ) . والقلوظة هى عبارة عن عملية برد تصادف بكثرة عند اصلاح المعدات الكهربائية وتتطلب المراعاة الصارمة لقواعد انجازها لتلافى كسر الاداة واتلاف القلاووظ .

ويقام بقلوظة القضبان يدويا بواسطة المساكة والمقلوظات الانثى واما الثقوب فتقلوظ بواسطة الملوى (مفتاح الصواميل) والمقلوظ الذكر . وتجرى القلوظة بواسطة المساكة على النحو التالى :

– تركب فى المساكة مقلوظات انثى حسب القلوظة المطلوبة ويباعد بينها الى مسافة تزيد بعض الشئ عن قطر القضيب الجارى قلوظته ،

– يشد القضيب فى الملزمة فى وضع رأسى بحيث يعلو الجزء الجارى قلوظته بمقدار ٢٠ – ٢٥ مم عن مستوى شفاه الملزمة . ومن ثم تكسح نهاية القضيب ،

– تلبس المساكة مع المقلوظات الانثى على القضيب وتشد عليه المقلوظات الانثى بواسطة برغى المساكة ،

– تشحم المقلوظات الانثى والجزء الجارى قلوظته من القضيب بزيت مكنات وبعد ذلك يقلوظ القضيب حسب الطول المطلوب

بتدوير المساكة من دورة الى دورة ونصف باتجاه حركة عقارب الساعة ومن ثم بالعكس لدورة ونصف ،

— تدار المساكة فى الاتجاه العكسى (بعكس اتجاه عقارب الساعة) وحتى خروجها من نهاية القضيب وبعد شد المقلوظات الانثى بالبرغى قليلا ، تكرر العملية حتى الحصول على القلاووظ المطلوب قياسا وجودة ،

— يفحص القلاوظ الناتج بواسطة صمولة تدار على القلوظة الناتجة على القضيب .

واما القلوظة الداخلية فتجرى فى ثقوب التجهيزات بالمقلوظات الذكر حسب الترتيب التالى :

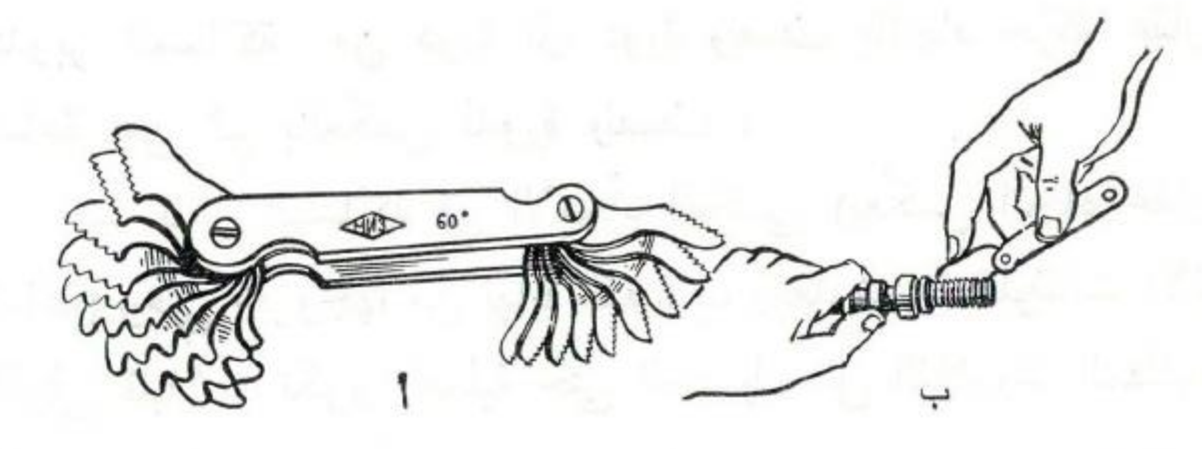
— تشد التجهيزة ذات الثقب المجهز للقلوظة فى الملزمة ،

— يركب المقلوظ الذكر رأسيا بالضبط فى الثقب الجارى قلوظته ،

— يلبس الملوى على تربيعة ساق المقلوظ الذكر وبعد ضغط الملوى على المقلوظ باليد اليسرى يدار الملوى باتجاه حركة عقارب الساعة باليد اليمنى الى ان ينغرس المقلوظ فى معدن الثقب لعدة اسنان والى ان يتخذ وضعا ثابتا فيه ،

— يدار الملوى مع المقلوظ الذكر باليدين مع تبديلهما كل نصف دورة ، ويقلوظ الثقب حسب العمق المطلوب بتدوير الملوى باتجاه حركة عقارب الساعة وعكسها تماما كما فى القلوظة بالمساكة .

وعند اجراء القلوظة غالبا ما تحدث عيوب مثل كسر المقلوظ الذكر فى الثقب الجارى قلوظته وتقطع القلاووظ او نقصه وكذلك اخفاق القلاووظ . وقد يحدث انكسار المقلوظ الذكر فى الثقب




الشكل ٢٣ . مقياس قلاووظ (أ) وفحص خطوة القلاووظ بواسطته (ب)

من جراء تثلمه او انسداد قنوات المقلوظ بنثار المعدن . ولتجنب تكسر واتلاف القلاووظ من الضرورى استعمال مقلوظ ذكر حاد واخراجه مرارا من الثقب لازالة نثار المعدن .

وينتج القلاووظ المتقطع عادة عن التركيب الخاطئ للمقلوظ الذكر او الانثى بالنسبة للقطعة الجارى قلوظتها وعن اجراء القلوظة بمقلوظات مثلمة (بايظة) وكذلك عن عدم استعمال التشحيم . وينتج القلاووظ الناقص عندما يكون قطر الثقب اكبر او قطر القضيب اصغر مما هو مشترط عليه فى المخطط .

ويحصل اخفاق القلاووظ فى حالات يكون عندها قطر الثقب المجهز للقلوظة اقل او قطر القضيب المعد للقلوظة من الخارج اكبر مما هو مقدر فى المخطط . ولتجنب اخفاق القلاووظ ينبغى اختيار القطر الصحيح للثقب والقضيب وكذلك اختيار مقلوظات ذكر وانثى ملائمة لقطر الثقب والقضيب .

وتفحص نوعية وخطوة القلاووظ المترى الخارجى بواسطة مقياس القلاووظ المكون من طقم شرائح لقياس القلاووظ بخطوة من ٠,٤ وحتى ٦ مم . ويشاهد فى الشكل ٢٣ ، أ ، ب المنظر العام لمقياس القلاووظ والفحص الخارجى للقلاووظ بواسطته . واما مراقبة نوعية

القلاووظ الداخلى فتجرى بواسطة كاليبرات – سدادة قلاووظية نهائية .

## البند ١٠ . الكشط

الكشط هو المعالجة النهائية لسطح التجهيزة او القطعة بطريقة ازالة (سلخ) طبقة رقيقة من المعدن عنها بواسطة المكشط . ويلجأ الى الكشط للحصول على سطح معالج فى منتهى النظافة العالية .

ويستخدم الكشط فى الممارسة العملية للاصلاح على الاغلب عند معالجة السطوح الداخلية لكراسى التحميل الانزلاقية والتى تصادف فى المكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة ، وفى عدد من المحركات الكهربائية الحديثة ذات التنفيذ الخاص .

تجرى عملية الكشط يدويا او آليا . وللكشط اليدوى عدة ميزات بالمقارنة مع الكشط الممكنن وأهمها : سهولة انجازه باداة بسيطة وامكانية الحصول على نظافة عالية للسطح المعالج . ولذا يستخدم الكشط اليدوى للحواضن عند اصلاح المحركات الكهربائية مع اعادة صب كراسى التحميل الانزلاقية لها فى معظم الورشات الكهربائية للمؤسسات .

ويباشر بكشط حواضن كراسى التحميل الانزلاقية بعد المعالجة التنظيفية لسطوحها التشغيلية . ويقام بتحديد القطاعات الماثلة للكشط لسطوح التشغيلية لكرسى التحميل والمتلامسة مع عنق المحور بواسطة «الصباغ» او بآثار «الاحتكاك الجاف» . ولتحديد هذه القطاعات «بالصباغ» يقام بالعمل على النحو التالى :

– يحضر صباغ الكشط المكون من مزيج زيت المكنات مع صبغة لازوردية (زرقة) مدقوقة (على هيئة مسحوق) او مع السوريك (مسحوق أحمر) والنيلة ،

– يطلى قطاع المحور الذى سيجلس عليه كرسى التحميل بطبقة متساوية رقيقة من صباغ الكشط ،

– تلبس الحواضن على القطاع المطلى للمحور ويضغط عليه ببعض الجهد ومن ثم تدلك بها المحور بتدويرها عدة مرات لليسار ولليمين بزاوية مقدارها ١٨٠° ،

– تنزع الحواضن عن المحور وتعاين بدقة لتحديد مواقع وعدد وابعاد القطاعات المتلونة على سطح الحواضن ،

– تجهز الاداة اللازمة للكشط وشبلونة لفحص نوعية السطح المعالج بالكشط .

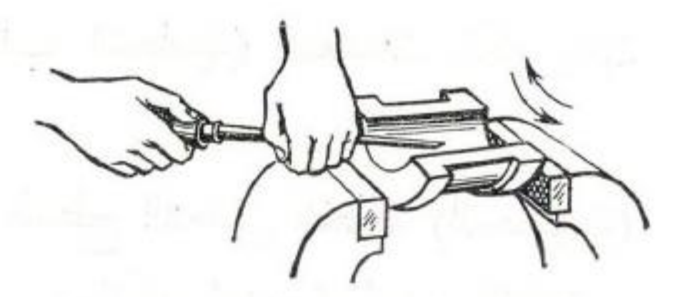
وتنجز العمليات الاساسية لكشط سطوح حواضن كراسى التحميل الانزلاقية حسب الترتيب التالى :

– يثبت الحاضن فى ملزمة ويضغط المكشط على السطح المعالج بيد واحدة واما اليد الاخرى فتحركه بشرطات صغيرة يسارا ويمينا نازعة (سالخة) بذلك المعدن من السطوح المتلونة للحاضن (الشكل ٢٤) مع مراقبة انسلاخ المعدن بالجزء الاوسط فقط للحافة القاطعة للمكشط ،

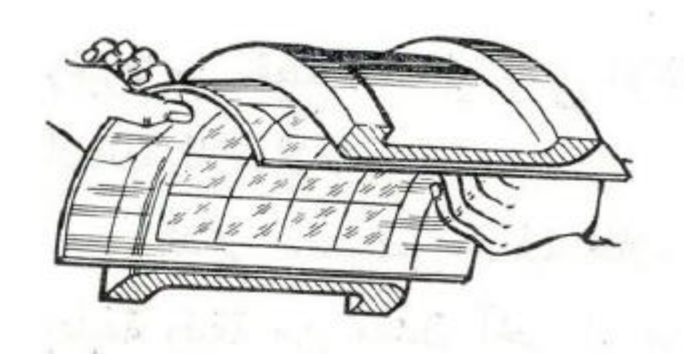
– تلبس الحواضن المكشوطة على المحور وتكرر عملية تدليكها عليه ومن ثم كشطها ،

– تفحص (بعد التدليك والكشط المتكرر) كمية بقع الصباغ المتكونة على سطح الحاضن وذلك بوضع شبلونة من السليولويد ذات شبكة من المربعات قياس ٢٥×٢٥ مم (الشكل ٢٥) ،

– يكرر التدليك والكشط الى ان يصبح عدد البقع على السطح المعالج ما لا يقل عن ١٢ بقعة لكل مربع واحد من الشبلونة



الشكل ٢٤ . طريقة كشط السطح الداخلى لحاضن كرسى التحميل الانزلاقى للمكنة الكهربائية



الشكل ٢٥ . فحص نوعية السطح المكشوط لحاضن كرسى التحميل الانزلاقى بواسطة الشبلونة من السليولويد

عند المعالجة النصف تنظيفية و ١٥ بقعة عند المعالجة التنظيفية و ٢٠ بقعة عند المعالجة الدقيقة .

ومن الأنسب اجراء التشطيب النهائى والأدق لسطوح الحواضن بالكشط باسلوب آثار «الاحتكاك الجاف» ، اى بدون طلأ عنق المحور بالصباغ . ولانجاز التشطيب بالاسلوب المذكور ينظف عنق المحور والسطح المدلك للحاضن من الاصباغ جيدا ومن ثم يركب الحاضن على عنق المحور ويدار من جديد دورتان او ثلاث ونتيجة لذلك تتشكل على النتوءات الغير كبيرة المتبقية على سطح الحاضن قطاعات دقيقة لامعة تجرى ازالتها بالكشط مكملا على هذا النحو التشطيب الدقيق .

والكشط هو عبارة عن عملية برادة معقدة تتطلب من العامل اتقانا كبيرا وخبرة لازمة لتنفيذها .

## البند ١١ . التبييض واللحام

ان التبييض واللحام هما عبارة عن طريقتين منتشرتين جدا للوقاية من الصدأ ولتوحيد القضبان الحاملة للتيار والاسلاك الكهربائية

وغيرها من القطع المعدنية (على الاغلب النحاسية) للمعدات الكهربائية الماثلة للاصلاح .

تدعى بالتبييض عملية طلاء السطح المعدنى للقطعة (للمصنوعة) بطبقة رقيقة من معدن آخر او من سبائكه المناسبة لهذه القطعة . وتدعى هذه الطبقة المكونة على الاغلب من القصدير او سبائكه مع الرصاص بالطلاء بالقصدير . ويستعمل التبييض عند تجهيز القطع لتوحيدها باللحام وكذلك لتكوين طبقة حافظة على سطوح القطع تقيها من الصدأ والتأكسد .

ويجرى للسطح الماثل لطلائه بالقصدير تنظيف مسبق شامل من الاوساخ والطبقات المتأكسدة والشحوم التى تعيق تشكيل طبقة متينة وجيدة من طلاء القصدير على القطاع المستخدم. ويقام بتنظيف القطع قبيل التبييض يدويا (بالرمل ، بحجر الخفاف ، بورق سنفرة ، بالمبرد ، بفرشاة معدنية) وآليا (بفراشى معدنية دوارة ، بقرص السنفرة) . واما المواد الدهنية فتزال بمذيبات الزيوت .

ويجرى تبييض القطع الصغيرة للمعدات الكهربائية الماثلة للاصلاح بتغويصها فى مصهور القصدير واما القطع الكبيرة فبدلك السطوح الخاضعة للتبييض بالقصدير بعد تسخينها الى ٢٤٠ — ٢٦٠°م.

ويقام قبل التبييض باية من الوسائل المذكورة بغسل مسبق للسطوح المناسبة للقطع فى ماء جار ومن ثم تنشيفها بخرق مسح نظيفة وبعد ذلك تطلى بمحلول كلوريد الخارصين (الزنك) وترش بمسحوق النشادر الناعم .

وتدعى باللحام عملية توحيد (توصيل) المعادن فى حالتها الصلبة بواسطة مادة لاحمة مصهورة — مونة اللحام .

وتوصل المعادن ببعضها بلحمها بمونات لحام لينة وصلبة .

وتنسب الى المونات اللينة تلك التى تحتوى على القصدير والتى تقل درجة حرارة انصهارها عن ٤٠٠°م مثل مونة اللحام ПОС—40 التى تحتوى على ٤٠٪ من القصدير ذات الاستخدام الواسع فى اصلاح المعدات الكهربائية . وتدعى بالصلبة المونات صعبة الانصهار (درجة حرارة انصهارها تزيد عن ٧٠٠°م) والتى تتكون فى الاساس من النحاس والزنك .

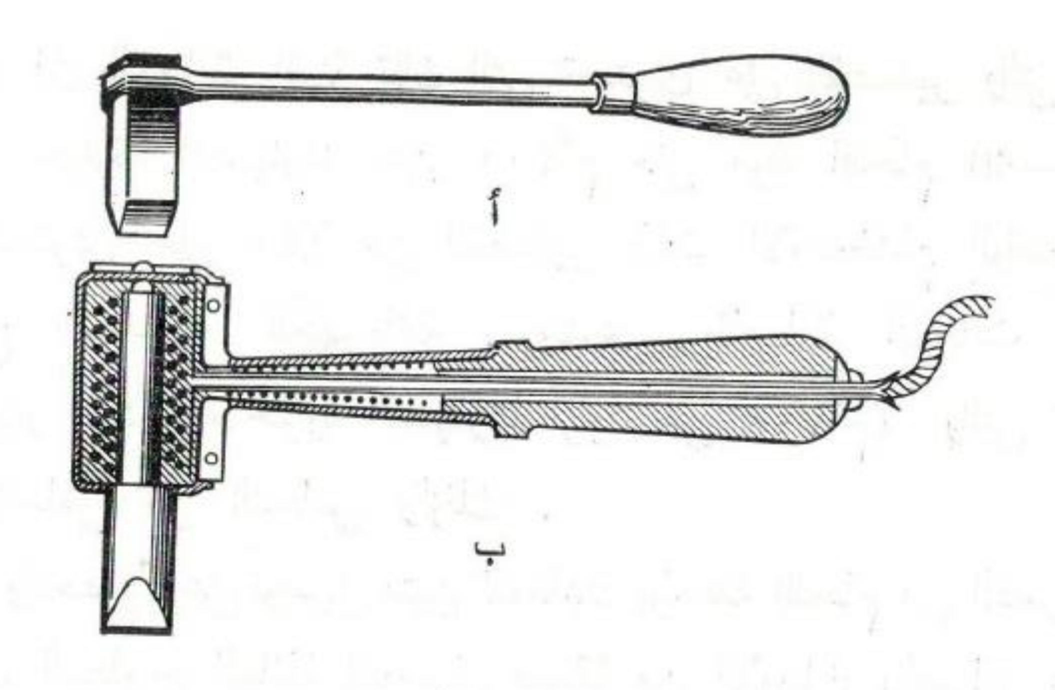
وللحصول على توصيل متين للمعادن بواسطة اللحام من الضرورى تنظيف السطوح الماثلة للتوصيل مسبقا من الاوساخ والصباغ والمواد الدهنية تماما كما فى عملية التحضير للتبييض . وتتكون على سطوح المعادن دائما طبقات متأكسدة تنبغى ازالتها قبل بدء اللحام مباشرة ، بيد ان اكسدة هذه الطبقات قد تحدث اثناء اللحام ولذا فان عملية اللحام تجرى باستعمال مواد كيماوية نشطة — صهورات . والصهورات لا تقوم بوقاية سطوح المعادن الموحدة باللحام من التأكسد وحسب ، بل وتزيد من مقدرة مونات اللحام على الانسياب والتغليف وتحسن من ظروف اللحام . وعند اختيار الصهورات من الضرورى اخذ ما يلى بعين الاعتبار :

— يجب ان تكون درجة حرارة انصهار الصهور ادنى من تلك لمونة اللحام؛

— يجب ان لا يتحد الصهور مع المعدن الاساسى ومونة اللحام ؛

— يجب على الصهور ان يطفو على سطح المعدن عند اللحام وان لا يبقى فى الخط الملحوم وان يزال بسهولة عن سطح الوصلة بعد اللحام .

وكثيرا ما يستعمل كصهورات صمغ الصنوبر والبارافين والنشادر




الشكل ٢٦ . كاويات لحام تستعمل للحام اليدوى :
أ – عادية ، ب – كهربائية

والبورق المصهور وحامض البوريك وهى على شكل معاجين او مراهم او مساحيق او محاليل .

ويجرى اللحام بواسطة ادوات لحام يدوية او بمعدات لحام خاصة . وتستعمل على الاغلب عند اصلاح المعدات الكهربائية ادوات لحام يدوية : كاوية لحام عادية (الشكل ٢٦ ، أ) تسخن بمصدر حرارى خارجى ، وكاوية لحام كهربائية (الشكل ٢٦ ، ب) تسخن بالتيار الكهربائى .

ويجرى اللحام بالكاويات اليدوية باستعمال المونات المركبة من القصدير والرصاص حسب الترتيب التالى :

– تنظف سطوح القطع الجارى توصيلها من الاوساخ وطبقات الاكاسيد ومن ثم تزال الشحوم وتغطى بالصهور ،

– تركب وتثبت القطع الجارى توصيلها فى اسهل وضع لتنفيذ عمليات اللحام ،

– يبرد الجزء التشغيلى للكاوية استعدادا للعمل على هذا الشكل ،

– تسخن الكاوية بلهيب وابور الكاز او سخان الغاز (اما الكاوية الكهربائية فبتوصيلها فى الشبكة الكهربائية) حتى درجة حرارة ٣٥٠ – ٤٠٠ مئوية ، ويزال عن الجزء التشغيلى لها الخبث الناتج عن التسخين ،

– تؤخذ بالكاوية الكمية اللازمة من المونة وتجرى بها عدة حركات للامام وللخلف على قطعة من النشادر الى ان يتغطى الجزء التشغيلى للكاوية بطبقة مستوية من المونة ،

– توضع الكاوية بجزئها التشغيلى على قطاع التوصيل وتحرك ببطء حيث يتم تسخين القطع وتوحيدها فى آن واحد ،

– يغسل ويمسح القطاع المبرد للتوصيلة ومن ثم تفحص نوعية اللحام ومتانة التحام القطع حيث لا يجب ان تكون فى الخط الملحوم شقوق وتقطعات ، ويجب ان تكون القطع متحدة بمتانة بدون انحرافات وتباعدات .

وعند ضرورة توصيل قطع من الصلب بواسطة اللحام بالقصدير يقام مسبقا بالتبييض ومن ثم تلحم بالطريقة العادية باستعمال مونات لحام صلبة ذات تركيب مناسب . وتوصل القطع من الالومنيوم ببعضها باللحام بمونات صلبة بعد التبييض المسبق واما القطع من سبائك النحاس فتوصل ببعضها بمونات لحام مركبة من النحاس والزنك .

ومن الضرورى اعداد القطع للتبييض واللحام وكذلك تبييضها ولحمها مع المراعاة الصارمة لتكنولوجيا هذه العمليات . ان ثبات وديمومة الفترات مابين اصلاحية لعمل محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل المرممة يعتمدان الى حد كبير على جودة تنفيذ عمليات التبييض واللحام .

## البند ١٢ . معلومات أساسية عن العملية التكنولوجية للمعالجة بالبرادة

تدعى بالعملية التكنولوجية للمعالجة بالبرادة جملة عمليات البرادة التى تنفذ منهاجيا وعلى التوالى والموجهة لتغيير خواص او اشكال المادة او التجهيزة بهدف الحصول على قطعة جاهزة .

ويجب ان تنفذ عمليات المعالجة بالبرادة مع مراعاة الانظمة المتخذة وطرق مراقبة الجودة المشترطة بالعملية التكنولوجية . كما ويجب ان تكون الادوات والآليات والمكنات المستعملة لهذه العمليات ، وكذلك طرق واساليب معالجة المواد والتجهيزات والقطع بالبرادة ان تتناسب بالتكنولوجيا المتبعة . تستعمل فى الوثائق الفنية وعند وصف العمليات التكنولوجية للمعالجة بالبرادة التعابير والمفاهيم التالية :

القطعة — هى مصنوعة جهزت من مادة متجانسة بالتسمية والنوع دون استخدام عمليات تجميع (مثلا ملامس الجهاز الكهربائى ومحور (عمود) العضو الدوار للمحرك الكهربائى) ،

وحدة تجميع — هى مصنوعة تكون اجزاؤها المركبة خاضعة للتوصيل او تكون موصولة ببعضها بواسطة مختلف عمليات التجميع (بالبراغى واللحام والكبس وغيرها) ،

المعدات التكنولوجية — هى وسائل الانتاج التى يتم بواسطتها انجاز العملية التكنولوجية لمعالجة المواد والتجهيزات والقطع (مكنة الخراطة وجهاز اللحام بالكهرباء) ،

العدة التكنولوجية — هى وسائل الانتاج التى اشترط عليها فى العملية التكنولوجية والتى تكمل المعدات التكنولوجية عند انجاز عمليات الانتاج (اختام الكبس وقوالبه والموصلات) وكذلك الادوات

المخصصة لتركيب وتثبيت الاغراض الجارية معالجتها فى الوضع المطلوب بالنسبة للاعضاء التشغيلية للمكنة والادوات القاطعة وكذلك وسائل الرفع والنقل التى تستخدم لتحريك ونقل القطع والمصنوعات الجارية معالجتها ولانجاز اعمال التجميع ،

الوثائق التكنولوجية — هى الوثائق الخطية والمنسوخة التى تحدد العمليات التكنولوجية لاصلاح او صنع القطع (البطاقات التكنولوجية وخط سير العمل والمخططات وغيرها من الوثائق) ،

البطاقة التكنولوجية — هى شكل للوثائق التكنولوجية يشار فيه الى كامل عملية معالجة التجهيزات والقطع وتذكر فيها العمليات او مشتقاتها والمواد المستعملة ومعدات الانتاج والعدة التكنولوجية وانظمة الاخيرة . وتحدد ايضا المدة اللازمة لصنع التجهيزات او القطع كما وتحدد فيها كفاءة العمال القادرين على انجاز عمليات المعالجة المناسبة وتذكر فيها ارشادات اخرى متعلقة بالعملية التكنولوجية . ان العملية التكنولوجية لمعالجة التجهيزات والقطع وكذلك لتجميع وضبط الوحدات التجميعية تتألف من عدة عمليات تنفذ على التوالى .

تدعى بعملية البرادة الجزء المنتهى من العملية التكنولوجية لمعالجة التجهيزة او القطعة والتى تنجز مرة واحدة بدون توقف الى حد الانتقال الى معالجة التجهيزات والقطع الاخرى . ان مفهوم «عملية البرادة» هو مصطلح عليه وذلك لان عملية المعالجة ذاتها بالبرادة والتى تنجز فى مؤسسات او فى ظروف مختلفة يقام بتحديدها بطرق مختلفة من وجهة نظر تكنولوجيا انجازها . وقد تكون عمليات البرادة فى بعض المؤسسات موحدة وفى غيرها مجزأة الى عدة عمليات صغيرة وذلك تبعا لمستوى تنظيم الانتاج والعدة التكنولوجية وصعوبة

العمليات والتكنولوجيا المتبعة . ويقام عند الاصلاح باتباع النظام الموحد لعمليات البرادة حيث يتم فيه انجاز مجموعة عمليات المعالجة بالبرادة باكملها من قبل الميكانيكى الكهربائى لوحده فى مكان عمل واحد .

وتتألف عملية المعالجة بالبرادة من الانتقال والمرور والتركيب والوضعية .

الانتقال – هو جزء من عملية البرادة يتم انجازه بدون استبدال الاداة وتغيير وضع القطعة المعالجة (فى الملزمة او على المكنة) وفى نظام ثابت للمعالجة .

المرور – هو جزء من الانتقال الذى تزال اثنائه طبقة واحدة من المعدن عن السطح المعالج . والمرور هو عمل متكرر لعدة مرات عند انجاز عمليات مثل البرد والكشط .

التركيب – هو جزء من عملية البرادة المنجزة مع تثبيت القطعة المعالجة مرة واحدة على المكنة او فى الملزمة او فى جهاز آخر . وتسمى بالوضعية كل وضع للقطعة المعالجة بالنسبة للاداة القاطعة .

وتوجد فى تكنولوجيا المعالجة بالبرادة الاشكال التالية للمعالجة : السلخ والمعالجة الخشنة والتنظيفية والتشطيبية النهائية .

تدعى بالسلخ المعالجة الاولية (التقريبية) لسطح التجهيزة حيث يقام اثنائها بنزع الجزء الاكبر من التفاوت المسموح الكلى . واما المعالجة الخشنة فهى العملية التالية بعد السلخ لمعالجة التجهيزة والتى تنفذ غالبا قبل الانتقال الى المعالجة التنظيفية . وتدعى بالتنظيفية معالجة القطعة التى يتم عندها البلوغ الى خشونة السطح التى لا تتميز عندها المعالجة بالنظافة العالية والدقة . وتعتبر التشطيبات النهائية

المعالجة الختامية بالبرادة حيث يتم عندها التوصل الى النظافة والدقة العاليتين لمعالجة سطح القطعة المشترطة بالمخطط .

وتستعمل جميع هذه الاشكال للمعالجة بالبرادة عند اصلاح محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى ـ عامل الاصلاح ـ اثناء تنفيذ العمليات التكنولوجية للمعالجة بالبرادة واعمال التجميع ما يلى :

ــ استخدام قواعد الامن الصناعى المقررة ووسائل الوقاية (نظارات واقية ، قفازات ، اغطية واقية للاذنين ، قفازات مطاطية ، ثوب العمل وغيره) ،

ــ استعمال ادوات برادة صالحة فقط ومشترطة بالذات لتلك العملية ،

ــ فحص صلاحية الادوات الكهربائية للعمل وتناسبها مع فلطية شبكة التغذية (ويجب قبل توصيل الادوات الكهربائية بالشبكة المغذية تأريضها بشكل مأمون وذلك بتوصيلها الى شبكة التأريض الصالحة) ،

ــ يجب عند المباشرة بالعمل على المكنة التأكد من صلاحيتها ووجود الحواجز المطلوبة ،

ــ عند معالجة القطعة على مكنة التخريم يجب ان لا يمسك بالمحور الدوار او الظرف او الاداة القاطعة ، ويجب على الفور ايقاف المكنة حال خفقان العمود الدوار او استعصاء الاداة القاطعة او ظهور اى خلل آخر ،

ــ تركيب القطعة المعالجة صحيحا وتثبيتها بمتانة ،

ــ الالتزام الصارم بالتكنولوجيا المشترطة فى الوثائق التكنولوجية للمعالجة بالبرادة وتجميع القطع فى وحدة تجميعية .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى اثناء عمله ان يلتزم بالقواعد التالية لحفظ الصحة والعناية بمكان العمل :

— عدم غسل اليدين بالكيروسين والبنزين وزيت التشحيم والمستحلبات وعدم تنشيفهما بخرق المسح الملوثة بنثار او برادة المعادن وذلك لمنع اصابة جلد اليدين ،

— تناول الطعام فى المكان المخصص لهذا الغرض ،

— عند العمل مع استعمال الرصاص ومونة اللحام والبابيت غسل اليدين باستمرار بماء دافىء واما عند استعمال الحوامض فتغسل اليدان بمحلول الصودا بنسبة ٥٪ فى الماء ،

— رفع القطع والتجهيزات والمواد والادوات عند انتهاء العمل .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى ان يستهلك المواد باقتصاد وان يحافظ على سلامة المعدات والأدوات وتلافى اتساخ الوسط المحيط بنفايات الانتاج وان يبذل جهده فى تحسين نوعية الاصلاح وانتاجية العمل والكفاءة الشخصية وان لا يتسامح مع المخلين بانظمة العمل والتكنولوجيا .

### اسئلة للمراجعة

١ — كيف يجب ان يكون مكان عمل الميكانيكى الكهربائى منظما ومزودا بالعدة ؟

٢ — كيف وبأية أدوات تنجز اعمال التأشير (التعليم) ؟

٣ — ما هى ادوات القياس التى تستعمل عند القيام باعمال التأشير ؟

٤ — اذكر الأدوات القاطعة المستعملة عند تخريم وتوسيع الثقوب وكذلك حدث كيف تنجز هذه العمليات ؟

٥ — ماذا تعرف عن نظام التفاوت المسموح والتجاليس واين يستعمل هذا النظام ؟

٦ — حدث فى اى تتابع وكيف تنجز عمليات التبييض واللحام بالقصدير ؟

٧ — متى وعلى اى نحو تجرى عملية الكشط فى الممارسة العملية للاصلاح ؟

٨ — اذكر متطلبات سلامة العمل والعناية بالصحة الشخصية والتى يجب على الميكانيكى الكهربائى الالتزام بها ؟

# التنظيم والتخطيط المنهجى لاصلاح محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل

## البند ١٣ . اشكال اهتراء المعدات الكهربائية واسبابه

ان عمل المعدات الكهربائية مصحوب حتما باهترائها البطئ وبضرورة الاصلاح الدورى نتيجة لذلك. ويمكن اصطلاحا تقسيم هذا الاهتراء حسب طبيعته والاسباب المؤدية له الى الاشكال التالية :

ميكانيكى وكهربائى ومعنوى .

ويحصل الاهتراء الميكانيكى للمعدات الكهربائية من جراء تأثيرات ميكانيكية متغيرة لمدة طويلة او دائمة على بعض قطعها او وحداتها التجميعية حيث تتغير نتيجة لها اشكالها الاولية وتسوء نوعيتها ، ومثال على ذلك تكوين اثلام (اخاديد) عميقة على سطح عضو التوحيد فى المكنة الكهربائية . وقد يصبح السبب فى الاهتراء الميكانيكى السريع لعضو التوحيد التأثير الطويل للفراشى المشدودة اليه بقوة تفوق قوة الضغط المسموحة او الاختيار الخاطئ لنوع الفراشى مثلا ان تكون اكثر صلابة من تلك المقدرة لعضو التوحيد .

ويعبر عن الاهتراء الميكانيكى فى المعدات الكهربائية بالتآكل الاحتكاكى وبتغير الشكل الاولى للملامسات وبضعف زنبركات الآلية وغيرها . وتهترئ فى المحركات الكهربائية بسبب الاحتكاك

بشكل رئيسى اعناق المحاور وكراسى التحميل وحلقات التلامس للاعضاء الدوارة .

واما الاهتراء الكهربائى فهو فقدان المواد العازلة الذى لا يعوض لخواصها العازلة فى المعدات الكهربائية ، فمثلا : تهترئ عوازل الشقوق للمكنات الكهربائية وعوازل اسلاك ملفات المحول او الاجزاء العازلة للاجهزة وغيرها . وغالبا ما يحدث الاهتراء الكهربائى للعوازل نتيجة لتشغيل الوحدات الكهربائية لمدة طويلة وتأثير درجات الحرارة العالية الغير مسموح بها وكذلك المواد الكيميائية الضارة حيث يؤدى هذا الى العتق الشديد للعازل وبالنتيجة الى اغلاق الدائرة الكهربائية ما بين فتائل الملفات والوشائع وكذلك خرق العوازل وظهور جهود ذات كمية خطرة فى بعض اجزاء المعدات الكهربائية غير الواقعة تحت الجهد فى الظروف العادية، اى ان ذلك يؤدى الى خلل تتطلب ازالته اصلاحا شاملا للمعدات الكهربائية .

والاهتراء المعنوى هو نتيجة لعتق المعدات الكهربائية الاحتياطية والعاملة رغم صلاحيتها والتى يكون استخدامها اللاحق غير مناسب نتيجة لاختراع معدات مماثلة فى الهدف ولكنها اكثر تطورا من الناحية الفنية والاقتصادية . ان هذا النوع من اهتراء المعدات الكهربائية هو عبارة عن ظاهرة طبيعية مشترطة بتطور العلم والتقدم التكنولوجى المستمر . غير ان استخدام المعدات الكهربائية المهترئة معنويا قد تصبح ذات فائدة من الناحية الاقتصادية والتكنولوجية اذا ما تم اثناء الاصلاح الشامل تحديثها واذا اصبح بالامكان التقريب الى اقصى حد لمعطياتها التكنولوجية الاقتصادية من معطيات المعدات الكهربائية المماثلة لها فى الهدف ولكنها اكثر حداثة . ان لتحديث المعدات الكهربائية اهمية كبرى فى الاقتصاد الوطنى .

## البند ١٤ . انظمة الاصلاحات وتصنيفها

ان المحتوى الاساسى لنظام الاصلاح المنهجى الوقائى للمعدات الكهربائية ، والمتبع فى عدد من البلدان هو عبارة عن المنهجية والوقاية ، اى التنفيذ المنهجى لمجموعة من الاعمال الوقائية والتدابير الخاصة للعناية بالمعدات واصلاحها . واما تعاقب الاصلاحات ودوريتها وحجومها فتقرر حسب هذا النظام تبعا لانظمة عمل المعدات الكهربائية والوضع التكنولوجى وظروف استخدامها . اذ تؤخذ بعين الاعتبار فى هذه الحالة تأمين العمل المستمر للمؤسسة وامن العاملين فى خدمتها واطالة فترات ما بين اصلاح واخر وتقليص فترة مكوث المعدات الكهربائية فى الاصلاح . وعلى هذا الشكل فان هذا النظام المنهجى للتدابير التنظيمية والتكنولوجية يكون تنفيذها موجها لتأمين العمل المستمر بلاحوادث للمعدات الكهربائية . ونتيجة لاستخدام هذا النظام فى عدد من الفروع الرائدة فى الصناعة لسنوات طويلة فقد انخفضت بحدة عدد الحوادث للمحركات الكهربائية ومحولات القوى واجهزة التحويل وازدادت فترة عمل المعدات الكهربائية وطال زمن الدورة بين الاصلاحات وارتفع مستوى خدمات الاصلاح للمعدات الكهربائية .

والنظام المختار لادارة الاصلاح المنهجى الوقائى يبدى تأثيرا كبيرا على المؤشرات التكنولوجية والاقتصادية لاصلاح المعدات الكهربائية .

وتوجد ثلاثة انظمة اساسية لاصلاح المعدات الكهربائية فى المؤسسات : مركزى ولا مركزى ومختلط .

وفى حالة النظام المركزى فان اصلاح المعدات الكهربائية يتم من قبل احدى او بعض خدمات الاصلاح المختصة بانواع

المعدات او طبيعة العمل . وهذه الخدمات تخضع لكبير مهندسي الطاقة في المؤسسة .

واما الطاقم القائم بخدمة المعدات الكهربائية في الورشة ومحطة التحويل فانه يقوم في هذا النظام فقط بانجاز اعمال الاشراف والعناية والاصلاح الجاري الخفيف .

واما النظام اللامركزي فيتميز بعدم وجود خدمات الاصلاح المختصة ويقوم بجميع اعمال الاصلاح الكهربائي طاقم متجمع في ورشات الاصلاح الكهربائي او في الفرق الخاضعة اداريا لرئيس القسم الانتاجي المناسب ، مثلا الورشة او القطاع ، وفعليا لكبير مهندسي الطاقة في المؤسسة .

ويختلف النظام المختلط لادارة اصلاح المعدات الكهربائية عن غيره من الانظمة بانه لا توجد في الاقسام الانتاجية ورش وفرق اصلاح كهربائية ذاتية تقوم بانجاز اصلاحات صغيرة في الحجم والصعوبة فحسب بل بوجود خدمات اصلاح مختصة تقوم بانجاز اعمال معقدة وكبيرة في الحجم متعلقة باصلاح المعدات الكهربائية .

والنظام المركزي لاصلاح المعدات الكهربائية في المؤسسات الصناعية الكبرى ذات المعدات الكهربائية عالية القدرة هو أكثر الأنظمة ملائمة وتقدمية وذات منفعة اقتصادية .

ويقضي نظام الاصلاح للمعدات الكهربائية في المؤسسات الصناعية لعدد من فروع الصناعة بانجاز بعض اشكال الاصلاح (الجاري والشامل ، الوسطي والشامل او الجاري ؛ والوسطي والشامل معا) واكثر الانظمة تقدمية هو النظام الذي يقضي بانجاز شكلين من اشكال الاصلاح – الجاري والشامل – للقسم الاكبر من المعدات الكهربائية .

وعند الاصلاح الجارى تستبدل الاجزاء الصغيرة وتزال العيوب الصغيرة وتضبط الاجهزة الميكانيكية للمعدات الكهربائية ويؤمن سير العمل الطبيعى الى حين الاصلاح المخطط الدورى .

وتمت الى الاصلاح الجارى اعمال تنظيف المعدات الكهربائية واعادة لف قطاعات غير كبيرة من لفيفة العوازل المتضررة فى المكنات الكهربائية وكذلك اعادة جاهزية المصاهر الواقية مع استبدال الحشوة المنصهرة وتنظيف الملامسات المحترقة للاجهزة وكذلك غسل كراسى التحميل للمحركات الكهربائية واستبدال الفراشى المتآكلة وشد مثبتات المعدات الكهربائية وماشابهها من اعمال . وتفحص اثناء عملية الاصلاح الجارى حالة عوازل ملفات المكنات والمغناطيسات الكهربائية لاجهزة فصل التيار . وتجرى كذلك اختبارات وقائية مختلفة بهدف تبيان وازالة العطب الموجود فى المعدات الكهربائية فى حينه . وتنفذ الاصلاحات الجارية عادة بدون فلك المعدات الكهربائية وذلك بايقاف المعدات الانتاجية لفترات قصيرة .

وقد جرى اعتبار الاصلاح وسطيا عندما يؤدى تنفيذه الى تجنب خطورة التآكل الفائق عن الحد لأكثر القطع والوحدات التجميعية أهمية للمعدات الكهربائية ، أو عندما يحول الاصلاح دون تعطلها كليا . ويقام عند هذا الشكل من الاصلاح باستبدال قطع مستقلة من آليات الاجهزة واعادة متانة التوصيلات الكهربائية وازالة عيوب العوازل للاجزاء الامامية لملفات المحركات الكهربائية واصلاح ماسكات الفراشى مع استبدال الزنبركات والوصلات المرنة وفتح دروب جديدة فى اعضاء التوحيد للمكنات الكهربائية وجلخ حلقات التلامس فى المحركات الكهربائية ذات الاعضاء الدوارة الطورية ، واستبدال الملامسات المنصهرة سواء التشغيلية منها او الخاصة باطفاء

الاقواس الكهربائية فى اجهزة فصل التيار ، وكذلك تستبدل وشائع المغناطيسات الكهربائية لاجهزة الفصل الاوتوماتية وما شابهها .

ويعاد تعمير او تبديل بعض الاجزاء والقطع الاساسية للمعدات الكهربائية فى حالة الاصلاح الشامل . وكمثال على ذلك يتم فى الاصلاح الشامل اجراء عملية اعادة لف ملفات الاعضاء الدوارة او الساكنة فى المحركات الكهربائية ولف وتثبيت الملفات القطبية لمكنات التيار المستمر واعادة كراسى التحميل الانزلاقية للمحركات الكهربائية وكذلك لف وتثبيت لفيفة جديدة لمحول القوى الكهربائى وغيرها .

وكقاعدة ، فان انجاز الاصلاحات الشاملة للمعدات الكهربائية مرهون بضرورة فكها جزئيا او كليا . وفى بعض الحالات ، اى عند الاصلاحات الشاملة ، يقام بتحديث المعدات الكهربائية ، اى انها تتعرض الى تغيير بنائها على احدث طراز مع تحسين نوعياتها التشغيلية وزيادة متانتها وصلاحية ترميمها او زيادة امان الاجهزة ومحولات القوى والمكنات الكهربائية الجارى اصلاحها . والهدف الرئيسى من التحديث هو تقريب المعطيات التكنولوجية للمعدات الكهربائية القديمة والتى ليست على أكمل وجه ، من المواصفات التكنولوجية للمكنات والاجهزة الكهربائية الاحدث طرازا . ويجرى التحديث اثناء الاصلاح الشامل عندما يسمح تكوين المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها بادخال التعديلات المطلوبة .

واما النفقات اللازمة من وقت واموال وجهد ومواد لتحديث المعدات الكهربائية فيجب ان تعوض بالنتائج التكنولوجية والاقتصادية التى تتحقق بعد التحديث واما اذا كان التحديث الجارى انجازه للمعدات الكهربائية اثناء الاصلاح الشامل مرهونا بضرورة احداث

تغييرات جذرية فى تكوينها ومواصفاتها التكنولوجية الاساسية فان هذا النوع من الاصلاح يدعى بالاصلاح الشامل مع اعادة البناء .

## البند ١٥ . تخطيط اعمال الاصلاح

يخطط اصلاح المعدات الكهربائية انطلاقا من الفترات ما بين الاصلاح والآخر ودورات الاصلاح وهيكلها (بنيتها) .

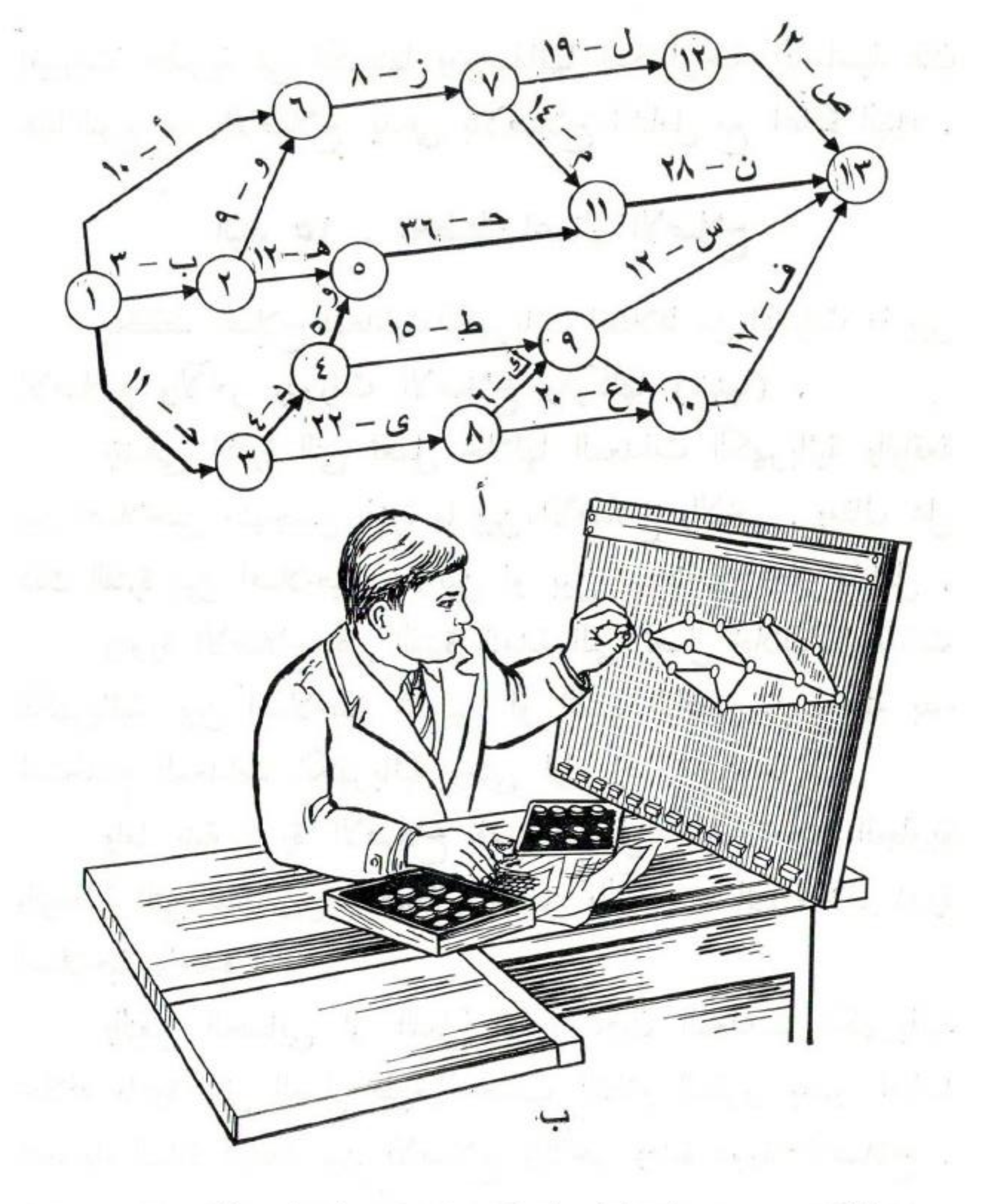
وتدعى الفترة التى تعمل خلالها المعدات الكهربائية والواقعة بين اصلاحين منهجيين بفترة ما بين الاصلاح والاخر . ومثال على ذلك الفترة بين اصلاحين جاريين او بين اصلاحين جار وشامل .

ودورة الاصلاح هى الفترة الزمنية التى تعمل خلالها المعدات الكهربائية بين اصلاحين شاملين او الفترة الواقعة بين لحظة بدء استخدام المعدات الكهربائية وحتى اول اصلاح شامل .

واما بنية دورة الاصلاح فهى مجمل الاصلاحات الجارية والوسطية التى تنفذ بين الاصلاح الشامل والآخر ، اى خلال دورة اصلاحية واحدة.

والزمن الحسابى او الفعلى الذى تكون المعدات الكهربائية خلاله قادرة على العمل طبيعيا حسب النظام المقرر يعتبر اساسا لتحديد المدة الواقعة بين الاصلاح والآخر ومدة دورة الاصلاح . وتعتبر اطول فترة عمل لأكثر قطع ووحدات تجميع المعدات الكهربائية تآكلا احد العوامل المحددة لهذا الزمن .

وتخطط عادة اصلاحات المعدات الكهربائية للمؤسسات لمدة سنة مقسمة الى فصول واشهر . وهذا التنظيم المنهجى للاصلاح يدعى بالجارى . والى جانب التخطيط الجارى ينفذ التخطيط الفعال لاصلاح المعدات الكهربائية بواسطة المخططات الشبكية .




الشكل ٢٧ . التخطيط الشبكى لاصلاح المعدات الكهربائية :
أ – نموذج المخطط الشبكى، ب – موصل جامع الاغراض لوضع المخططات الشبكية

وقد يكون المخطط الشبكى للاصلاح عاما او محليا . حيث ان المخطط الزمنى الشبكى العام يقضى باصلاح مجموعة معدات كهربائية معينة ، مثلا وحدة كهربائية مستقلة ومعدات كهربائية

مستقلة ومعدات كهربائية فرعية او ورشة ، واما المخطط الشبكى المحلى فيعد عند القيام باصلاح وحدة كهربائية كبيرة مستقلة ، مثلا محرك كهربائى عالى القدرة او محول قوى كهربائى .

ويرى فى الشكل ٢٧ ، أ نموذج لرسم تقريبى لمخطط شبكى . ويتكون المخطط الشبكى من سهام بلا مقياس ، تدل على الاعمال ، ومن دوائر (أو اشكال هندسية اخرى) تدل على الحوادث . والعمل هنا يعنى عملية انتاجية محددة للاصلاح (او لجملة اصلاحات) تتطلب زمنا ومواد واستخدام ادوات واجهزة مختلفة . والحادث هو نتيجة بينية او نهائية لعمل ما او لعدة اعمال ، وهى ضرورية لبدء اية اعمال اخرى تقتضيها تكنولوجيا الاصلاح .

وهكذا فان المخطط الشبكى هو عبارة عن تمثيل تخطيطى لعمليات الاصلاح وعناصر العملية الانتاجية للاصلاح ، وكذلك الروابط المشتركة بينها ، والنظام والتعاقب التكنولوجى لانجازها . ويبدأ بوضع المخطط الشبكى لاصلاح المعدات الكهربائية بعد التحديد المسبق للروابط المتبادلة بين الاعمال ، وبعد تنسيقها مع التعاقب التكنولوجى لانجاز الاعمال الاصلاحية الكهربائية الجارى تخطيطها . وعند وضع المخطط الشبكى فان السهام التى تدل على اتجاه الاعمال يجب ان تتجه من اليسار الى اليمين واما رقم الحادث الذى يخرج منه عمل ما فيجب ان يكون اقل من رقم الحادث الذى يدخله السهم (العمل) . ويمنع بتاتا استعمال ارقام الحوادث نفسها مرتين فى المخطط الواحد . ويجب ان يكون لكل الحوادث ما عدا الحادث النهائى ١٣ استمرار على شكل سهام ترمز للاعمال .

وفى نموذج المخطط الشبكى يشكل الحادث ١ بداية للاعمال أ ــ ١٠ و ب ــ ٣ و جـ ــ ١١ واما الحوادث ٢ و ٣ و ٦ فهى

نتائج هذه الاعمال . والحوادث اللاحقة التى كانت نتائج للاعمال السابقة أ — ١٠ و ب — ٣ و جـ — ١١ تصبح بدورها بداية للاعمال د — ٤ وهـ — ١٢ و و — ٩ وهلمجرا .

ويجرى عند وضع المخطط الشبكى التمييز بين الاعمال الداخلة والخارجة . وهكذا فالحادث ٢ له عمل داخل هو ب — ٣ واعمال خارجة هى : هـ — ١٢ و و — ٩ وهلمجرا . والارقام التى تأتى بعد الحروف فى المخطط الشبكى تشير الى مدة الانتظار (بالاشهر او الاسابيع او الايام او الساعات) او الى مدة الانجاز لاعمال مستقلة بين حادثين . وتظهر بوضوح فى المخططات الشبكية للاصلاح تلك الاعمال التى تتوقف عليها المدة العامة لاتمام جملة اعمال الاصلاح لمكنة كهربائية مستقلة او لمعدات كهربائية لورشة ما او لوحدة كهربائية تابعة لمؤسسة . وتحدد هذه المدة بتعاقب اعمال الاصلاح التى تأخذ اطول مدة واقعة بين اول حادث وحتى الحادث الاخير . واهم عناصر المخطط الشبكى هو تعاقب انجاز اعمال الاصلاح الذى يحدد الطريق الحرج المبين فى المخطط بسهام غليظة . وان انقاص او اضافة مدة اعمال الاصلاح الواقعة على الطريق الحرج يحدد المدة الكلية اللازمة لاعمال الاصلاح . وتطبيقا لاصلاح محول قوى كهربائى فالحادث ١ (الشكل ٢٧ ، أ) قد يعنى فك المحول واما الحادث ١٣ فقد يعنى اختباره بعد الاصلاح .

وللتخطيط الشبكى للاصلاح دور تنظيمى كبير . ويتم التخطيط الشبكى فى مؤسسات الاصلاح العصرية بواسطة موصلات جامعة الاغراض مخصصة لمختلف المخططات الشبكية من حيث التعقيد والهدف ومن حيث مواضيع الاصلاح وغيرها .

والموصل جامع الاغراض (الشكل ٢٧ ، ب) هو عبارة عن

طقم من الالواح البلاستيكية المثقبة . ولسهولة الاستعمال تحضر الالواح البلاستيكية بالوان مختلفة . وحين وضع المخطط الشبكى للاصلاح ، تدخل فى الثقوب (الاوقاب) المناسبة للالواح اشارات بلاستيكية على شكل سهام ودوائر ومربعات تعنى اوضاع المخطط الشبكى . واستخدام الموصلات جامعة الاغراض فى التخطيط الشبكى للاصلاح يتيح الاسراع لدرجة كبيرة فى وضع المخططات وتبسيط عملية التخطيط وتسهيل عملية تصحيح الخطة الجاهزة اثناء وضعها واثناء انجاز اعمال الاصلاح .

وبمساعدة المخطط الشبكى يتيح التخطيط الجارى والفعال باستخدام طاقم الاصلاح بشكل أفضل وبرفع انتاجية عمله .

**البند ١٦ . تركيب عنبر الاصلاح الكهربائى وقوام معداته**

يتوقف تركيب عنبر الاصلاح الكهربائى مع معداته على عوامل مختلفة . ومن أهم هذه العوامل عدد المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها وقائمة باسمائها وكتلتها وقياساتها الخارجية ودرجة تعقيد اصلاحها .

وبعد الأخذ بعين الاعتبار لهذه العوامل يقام باختيار هذا او ذاك من تركيب عنبر الاصلاح الكهربائى وقوام معداته .

ويتكون عنبر الاصلاح لمؤسسة متوسطة القدرة وبحجم غير كبير لاصلاح المعدات الكهربائية ، من عدد من الاقسام الانتاجية هى اقسام : الفك وتحديد العيوب ، الاصلاح الميكانيكى ، اللف ، التجفيف والتشبيع ، التجهيز ، التجميع ، محطة الاختبارات وكذلك من قطاعات مستقلة حيث تجرى فيها اعمال اللحام الكهربائى واللحام بالغاز وطلاء المعدات الكهربائية المرممة وغيرها من الاعمال

المتعلقة باصلاح محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل .

وتنظف فى قسم الفك وتحديد العيوب المعدات الكهربائية التى دخلت حيز الاصلاح من الاوساخ وتفرغ الزيوت من المحولات والاجهزة المملوءة بها وتنفذ اختبارات ما قبل الاصلاح الضرورية وتفك المعدات الكهربائية واجزاؤها المستقلة ويجرى تحديد العيوب (تحدد حالة القطع ودرجة تآكلها وكذلك حجم الاصلاح الماثل وتعبأ بطاقات تحديد العيوب وخط سير الاصلاح وتعلق بطاقات مميزة على القطع الخاضعة للاصلاح وتتخذ اجراءات للمحافظة على القطع الغير متضررة للمعدات الكهربائية) وترسل القطع المتعطلة الى اقسام التصليح المناسبة واما القطع الصالحة فترسل الى قسم التجهيز او التجميع . ويجب ان يحوى قسم الفك وتحديد العيوب على وسائل رفع ونقل ذات القدرة المطلوبة لرفع الاحمال ، وعلى محطة اختبارات او لوحة تسمح باجراء مجمل اختبارات ما قبل الاصلاح للمعدات الكهربائية المعطوبة وعلى احواض غسيل واجهزة فك هيدروليكية وميكانيكية وادوات لاخراج الاعضاء الدوارة من هياكل المكنات الكهربائية وعلى اجهزة لحام بالاكسجين وعلى ادوات تعمل بالكهرباء واطقم ادوات لفك المعدات الكهربائية وكذلك على معدات وادوات خاصة لفك المعدات الكهربائية الغير قياسية والمصنوعة بتركيب معقد .

ويحدد فى قسم الفك وتحديد العيوب ، فى اى من اقسام عنبر الاصلاح الكهربائى يجب اصلاح الاجزاء المتضررة للمعدات الكهربائية ، ومن ثم يجرى ارسالها الى تلك الاقسام مرفقة ببطاقة خط سير الاصلاح ووثائق اخرى .

وفي قسم الاصلاح الميكانيكي يجرى اصلاح ، وعند الضرورة صنع قطع جديدة للمعدات الكهربائية (المحاور واعضاء التوحيد وآليات الفراشي وكراسي التحميل الانزلاقية) وكذلك اعادة حشو الاعضاء الدوارة والساكنة للمكنات الكهربائية وتفكيك حشو نير الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى وكذلك تنجز المعالجة الميكانيكية والبرادة لقطع المعدات الكهربائية الجاري اصلاحها .

ويجب ان يكون قسم الاصلاح الميكانيكي مزودا بوسائل رفع ونقل وبمكنات تشغيل المعادن (مقاشط ومثاقب ومخارط ومكنات جلخ وتفريز) وبمكابس وبمقصات مقصلية وباجهزة اللحام الكهربائية واللحام بالغاز ، وبالادوات اليدوية والعاملة بالكهرباء وبالادوات التقليدية والخاصة الصنع وباطقم الادوات الخاصة بالفرقة والشخصية وباطقم كاملة من ادوات القياس وغيرها .

وحين لزوم انجاز اعمال طلاء القطع بالكروم والنيكل يجب ان يكون في قسم الاصلاح الميكانيكي حوض للجلفنة مركب في غرفة مستقلة . واضافة للمعدات المذكورة اعلاه يجب ان تركب في قسم الاصلاح الميكانيكي رفوف وخزائن لحفظ القطع الجاري اصلاحها والمصنوعة حديثا وكذلك مناضد للبرادة وخزائن لحفظ الادوات الخاصة وذلك لانجاز مختلف اعمال البرادة ، مثلا لكشط حواضن كراسي التحميل الانزلاقية وتجميع عضو التوحيد وآليات الفراشي لمكنة التيار المستمر ولقلوظة قطع التثبيت وغيرها .

وفي قسمي اللف والتجفيف والتشبيع يجرى اصلاح اللفيفات المعطوبة واعداد لفيفات جديدة للمكنات الكهربائية ومحولات القوى وملفات المغناطيسات الكهربائية وكذلك يجرى تشبيعها وتجفيفها قبل

وبعد التشبيع . وفى قسم اللف يعاد ترميم عوازل اسلاك اللف واللفيفات المعطوبة لاستعمالها ثانية .

ويجب ان يكون قسم اللف مزودا بمكنات للف اليدوى والميكانيكى ولعزل اللفيفات والملفات وبمكنة لاعداد الاسافين وبمقصات مقصلية لقص المواد العازلة وبمناضد دوارة وبمختلف الوسائل لانجاز اعمال اللف وكذلك لتجهيز وتشكيل القطع العازلة وبمكنات تضميد الاعضاء الدوارة والساكنة وبادوات اللحام الكهربائى وبالقصدير لتوصيل اسلاك اللفيفات .

ويجب ان يحتوى قسم اللف على وحدة اختبار لمراقبة وفحص عوازل اللفيفات التى يجرى اعدادها اثناء العمليات وكذلك على اجهزة اختبار صحة تجميع وتوصيل مخططات اللفيفات . وفى الحالات الضرورية يجهز قسم اللف بفرن لتلدين الاسلاك وبحوض لمعالجتها ولمعادلة الحوامض فيما بعد وبمكنة لسحب اسلاك اللفيفة القديمة وتعييرها . ويخصص فى قسم اللف مكان مستقل لوضع هذه المعدات مزود باجهزة مناسبة للتهوية ووسائل اطفاء الحريق .

ومن الجائز ان تستعمل فى قسم اللف اضافة لما سبق معدات مختلفة تحدد بتركيب المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها وبشروط التكنولوجيا المتبعة للاصلاح .

واما قسم التجفيف والتشبيع فيستخدم لتشبيع وتجفيف اللفيفات التى جهزت من جديد . ويدخل فى تركيب معدات هذا القسم احواض تشبيع اللفيفات وخزائن وافران لتجفيفها وتحميصها واوعية لحفظ ورانيش التشبيع والمذيبات بمكيات تؤمن الحاجة فى استخدامها ليوم واحد لا أكثر . ويجب ان تكون فى القسم وسائل رفع ونقل

مناسبة لنقل اللفيفات الثقيلة . ويؤخذ فى الحسبان الضرر الجسيم لابخرة الورانيش والمذيبات وجزيئاتها المتطايرة وكذلك قابليتها للاشتعال والانفجار ولذا فان غرف قسم التجفيف والتشبيع يجب ان تكون مزودة بتجهيزات تهوية لسحب وطرد الهواء وبالوسائل اللازمة لاطفاء الحريق .

واما قسم (او قطاع) التجهيز فهو المكان الذى ترسل اليه كل القطع وكذلك الوحدات التجميعية التى بقيت بعد الفك للمعدات الكهربائية الجارى اصلاحها والتى تكون صالحة لاستعمالها ثانية . وهذا القسم مخصص لفحص الوحدات التجميعية والقطع وكذلك لتجهيز المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها بالوحدات التجميعية والقطع الجديدة التى تنقصها . وترسل المعدات الكهربائية المجهزة كليا الى قسم او قطاع التجميع .

ويجب ان يكون قسم التجهيز مزودا بمناضد ورفوف ومعدات وادوات ووسائل رفع ونقل لازمة .

ويقام بالتجميع الجزئى او الكلى للمعدات الكهربائية المرممة فى قسم التجميع . ويجب ان يكون هذا القسم مزودا بادوات تجميع ووسائل تقليدية ومناضد ورفوف وباجهزة لاجراء التوازن الستاتيكى والديناميكى للاعضاء الدوارة للمكنات الكهربائية وبمنضدة اختبارات لانجاز مجمل الاختبارات ما بعد الاصلاح للمكنات الكهربائية ومحولات القوى .

واما محطة الاختبارات فيجب ان تقع فى غرفة مستقلة او معزولة وان تكون لها وحدات اختبار كهربائية بفلطية عالية ومناضد واجهزة مختلفة ووسائل الوقاية المناسبة .

ويجب ان يكون لعنبر الاصلاح الكهربائى غرف ذات مساحات

تأخذ بعين الاعتبار كتلة وابعاد المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها وكذلك مستودعات لحفظ احتياطى الاصلاح والمعدات الكهربائية المرممة ومخازن للعدة ومواد الاصلاح وغرف مساعدة كمرافق وكذلك غرف أخرى تحدد عددها وقياساتها واغراض استعمالها حسب التكنولوجيا المتبعة والظروف الخاصة لاصلاح المعدات الكهربائية لكل حالة على حدة .

### اسئلة للمراجعة

١ – ما هى اشكال التآكل والعوامل المسببة له؟

٢ – ما هو جوهر نظام الاصلاح المنهجى الوقائى ؟

٣ – بم يختلف نظام الاصلاح المركزى للمعدات الكهربائية عن النظام اللامركزى ؟

الباب الثالث

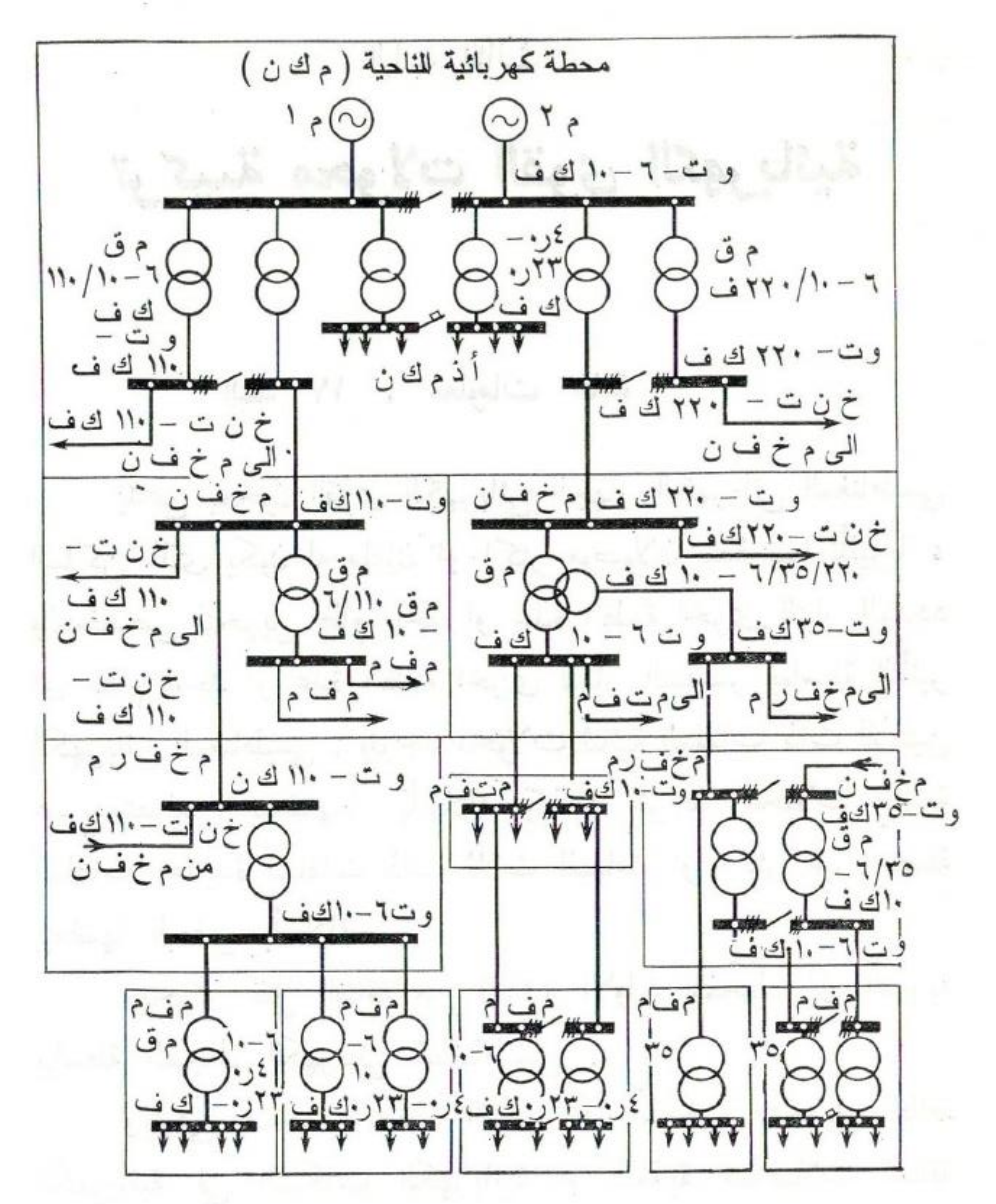
# تركيبة محولات القوى الكهربائية

## البند ١٧ . معلومات عامة

يدعى بمحول القوى الكهربائى الجهاز الكهربائى المغناطيسى الساكن الذى يكون له ملفان او اكثر موصولان ببعضهما تأثيريا ، والمخصص لتحويل نظام واحد او عدة انظمة اخرى للتيار المتردد الى نظام واحد او عدة انظمة اخرى للتيار المستمر بواسطة التأثير الكهربائى المغناطيسى . وتوجد محولات ثنائية الملفات ذات لفيفتين غير متصلتين ببعضهما بأسلاك وكذلك توجد محولات ثلاثية الملفات وعديدة الملفات ذات ثلاث لفيفات او اكثر غير متصلة ببعضها البعض بأسلاك .

ويجرى نقل الطاقة من الدائرة الاولية للمحول الى الثانوية بواسطة المجال الكهربائى المغناطيسى .

ويدعى المحول بمحول القوى اذا استخدم لتحويل الطاقة الكهربائية فى الشبكات الكهربائية او لتغذية مستقبلات الطاقة مباشرة . وتوجد محولات قوى للاغراض العامة، تستخدم لتغذية الشبكات او مستقبلات الطاقة الكهربائية ولا تتميز بظروف عمل خاصة وبنوعية الحمل او بنظام العمل . وهناك محولات قوى للاغراض الخاصة تستخدم لتغذية الشبكات او مستقبلات الطاقة وتتميز بظروف العمل الخاصة وبنوعية العمل وبنظام العمل .




الشكل ٢٨ . مخطط مبسط لنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية :
م١، م٢ - مولدا المحطة الكهربائية ، أذمكن - احتياجات ذاتية لمحطة كهرباء الناحية ، مخ ف ن - محطة خفض فرعية للناحية ، م ت ف م - محطة توزيع فرعية مركزية ، مخ ف ر م - محطة خفض فرعية رئيسية للمؤسسة . (م ق - محول قوى ، وت - وحدة توزيع ، م ف م - محطة فرعية للمحولات )

ومحول القوى مخصص لتحويل التيار المتردد بفلطية ما الى تيار متردد بفلطية (أعلى أو أدنى) أخرى (بثبوت التردد) . ويتم نقل الطاقة الكهربائية الى مسافات كبيرة كما هو معروف بفلطيات عالية (٦ ، ١٠ ، ٣٥ كيلوفلط وأعلى) بواسطة المحولات وخطوط نقل التيار الكهربائي . وتخفض في مكان استهلاك الطاقة الكهربائية فلطيتها بواسطة المحول الى المقدار المطلوب والمناسب لفلطية الوحدات الكهربائية للمستهلكين . ان الداعي لنقل الطاقة الكهربائية ذات الفلطية العالية هو الرغبة في تقليص فقدان الفلطية الى أقصى حد في شبكات النقل وتنقيص مقاطع اسلاك خطوط نقل التيار. ويرى في الشكل ٢٨ مخطط مبسط لنقل وتوزيع الطاقة الكهربائية .

ان محول القوى هو من أهم عناصر الوحدة والشبكة والمنظومة الكهربائية . وتكون محولات القوى حسب طريقة وسط التبريد – زيتية وجافة ، وحسب عدد الملفات – ثنائية وثلاثية الملفات ، وحسب عدد الأطوار – أحادية الطور وثلاثية الاطوار .

وتتصف محولات القوى بالقيم المقدرة وكذلك بالتيار وبالفقدان الناشئ عن التشغيل البطئ وبالفلطية وبالفقدان الناشئ عن تقصير الدائرة وبنظامه .

وتدعى بالمقدرة القيم التي تحسب عليها المحول : الاستطاعة ، الفلطية العليا والدنيا ، التيار ، التردد وغيرها .

وتعبر عن الاستطاعة المقدرة للمحولات بالاستطاعة الكهربائية الكلية (القدرة) وتقاس بالكيلوفلط – امبير .

وتنتج المحولات للعمل على استطاعات وفلطيات مقدرة قياسية محددة . والفلطية الاولية المقدرة – هي الفلطية التي تعمل عليها اللفيفة الاولية للمحول واما الفلطية الثانوية المقدرة – فهي الفلطية

الكائنة على مآخذ اللفيفة الثانوية عند التشغيل البطئ للمحول ، والفلطية المقدرة على مآخذ اللفيفة الاولية . وتحدد التيارات المقدرة بالقيم المقدرة المناسبة للاستطاعة والفلطية . والتردد المقدر لمحولات القوى فى الاتحاد السوفييتى هو ٥٠ هيرتس اما فى الولايات المتحدة الاميركية فهى ٤٠ — ٦٠ هيرتس .

ويدعى بتيار التشغيل البطىء ، التيار الذى يتشكل عند الفلطية والتردد المقدرين فى احدى اللفيفتين بينما تكون اللفيفة الاخرى مفصولة فى المحول ثنائى الملفات . ويدعى الفقدان الناتج عن ذلك فى المحول بفقدان التشغيل البطىء . ويعبر عن تيار التشغيل البطىء عادة بنسبة مئوية من قيمة التيار المقدر . واما فلطية الدائرة المقصرة للمحول ثنائى الملفات فهى الفلطية — عند التردد المقدر — التى يجب ان توصل الى مآخذ احدى اللفيفتين مع كون اللفيفة الأخرى مقصرة وذلك لتكوين التيارات المقدرة فيها . ويعبر عادة عن فلطية الدائرة المقصرة بنسبة مئوية من قيمة فلطية اللفيفة ( $U_k$٪ ) . واما الفقدان الناتج فى المحول عند هذا النظام فيدعى بفقدان الدائرة المقصرة .

ولتحديد قيمة $U_k$ يقام بتجربة الدائرة المقصرة حيث تكون اللفيفة الثانوية مقصرة والفلطية الاولية مخفضة الى حد لا تزيد معه التيارات فى اللفيفات عن قيمها المقدرة . ويمكن القيام بهذه التجربة من طرف اية من لفيفات المحول . وتدخل هذه التجربة فى عداد الاختبارات الرقابية الالزامية التى يتعرض لها كل محول قوى قبل خروجه من المصنع .

ان نظام الدائرة المقصرة الناتج بالصدفة اثناء التشغيل عند الفلطية الاولية المقدرة هو عملية خلل مصحوبة بتيارات عالية جدا فى

اللفيفات . وان التجاوز المتكرر للتيارات بالمقارنة مع التيارات المقدرة قد يؤدى الى الاضرار بعوازل اللفيفات نتيجة لتسخينها وانهيارها تحت القوى الميكانيكية الناتجة عن هذا النظام بين اللفيفات .

وتكون فلطيات الدائرة المقصرة مقيسة (موحدة المواصفات) فى الاتحاد السوفييتى لجميع المحولات ذات الاستعمال الصناعى العام تبعا لاستطاعاتها ونوع فلطياتها . فمثلا يجب ان تكون فلطية الدائرة المقصرة للمحولات باستطاعة ١٠٠٠ — ٥٠٠ كيلوفلط أمبير ، ٥,٥٪ للفيفات الفلطية العالية البالغة ١٠ كيلوفلط ، و ٦,٥٪ للفيفات الفلطية العالية البالغة ٣٥ كيلوفلط ، واما للمحولات باستطاعة ٦٣٠٠ كيلوفلط امبير فهى ٧,٥٪ للفيفات الفلطية العالية البالغة ٣٥ كيلوفلط .

وللابقاء على الفلطية الثانوية ثابتة توجد لمعظم المحولات تفرعات على لفيفات الفلطية العالية وذلك للتحويل بدون اثارة ، اى عند فصل جميع لفيفات المحول عن الشبكات ، ولتنظيم التيار تحت الحمل . ان التحكم بآليات التحويل للاجهزة يكون عن بعد ومؤتمتا ولكن يمكن ايضا تحقيقه يدويا . ويتطلب الانتقال من مرحلة الى مرحلة أخرى (مجاورة ) حوالى ٣ ثوان عند التحكم عن بعد .

واذا كان ضمان عدم نشوب الحرائق فى الوحدة يعتبر ظرفا حاسما (الورشات الانتاجية القابلة للاشتعال ، المختبرات ، المبانى العامة) تستخدم غالبا محولات جافة (بدون زيت) . وهى مخصصة لوضعها فى غرف جافة مغلقة ذات رطوبة نسبية للهواء فيها لا تتجاوز ٦٥٪ وحرارة لا تتجاوز ٣٥° م لا توجد فى جوها ابخرة الحوامض والمواد الضارة الاخرى . ان محولات القوى الجافة مماثلة لتلك

المملوءة بالزيت حسب مبدأ عملها وتصميم الاجزاء الاساسية (الموصلات المغناطيسية ، الملفات وغيرها) .

وتستطيع محولات القوى ان تعمل مستقلة اى ان تكون غير موصولة كهربائيا بالمحولات الاخرى للوحدة الكهربائية او على التوازى بمحول او بعدة محولات للوحدة الكهربائية تكون عندها ملفاتها سواء على الطرف الاولى او الطرف الثانوى موصولة على التوازى . وعند التوصيل على التوازى فان المآخذ المتشابهة للمحولات توصل بنفس السلك من الشبكة .

وللتوزيع الصحيح للحمل بين محولين يعملان على التوازى بالتناسب مع استطاعتيهما فانه يسمح بعملهما المتوازى عند الشروط التالية :

— تعادل الفلطيات المقدرة الاولية والثانوية (فرق معامل التحويل يجب ان لا يزيد عن ± ٠,٥٪) ،

— تطابق مجموعات توصيل الملفات ،

— تعادل فلطيات الدائرة المقصرة (على ان لا يزيد الانحراف عن القيمة الوسطية ± ١٠٪) .

وعند اهمال الشرطين الاول والثانى تظهر فى ملفات المحولات تيارات موازنة والتى قد تصل احيانا الى قيمة خطرة وخاصة عند عدم تطابق المجموعات . واما اهمال الشرط الثالث فيؤدى الى توزيع الحمل العام بين المحولات بلا تناسب مع استطاعاتها المقدرة .

وتكون محولات القوى محسوبة على الاحمال العادية والزائدة المسموحة بها .

يدعى بالحمل المسموح به نظام عمل المحول لفترة طويلة يكون عنده الاهتراء المحسوب (العتق) لعوازل الملفات من جراء

التسخين لا يتجاوز الاهتراء المناسب لنظام العمل المقدر . ويعتبر الحمل للمحول زائدا اذا كان عنده الاهتراء المحسوب لعوازل الملفات والمناسب لازدياد الحرارة المستقر يفوق الاهتراء المناسب لنظام العمل المقدر . والقدرة على الاحمال هى مجمل الاحمال المسموحة والزائدة للمحول . والنظام الانطلاقى لتحديد القدرة على الاحمال هو نظام العمل المقدر للمحول مع الظروف المقدرة لمكان التركيب والوسط المبرد اللذين يحددان بالمقياس المناسب او بالشروط التكنولوجية .

ويكون كل محول مزودا بلوحة من مادة مقاومة للتأثيرات الجوية . وتكون اللوحة مثبتة فى مكان بارز (ظاهر للعين) على خزان المحول وتحتوى على المعطيات المقدرة المكتوبة بالنقش بالحوامض او بالحفر او بالوسم او بطريقة اخرى تضمن رؤية الاشارات وثباتها طويلا .

وتنسب الى هذه المعطيات المأخوذة من كتالوج المحول ما يلى : طراز المحول ، القيم المقدرة لاستطاعة وفلطية وتيار اللفيفتين العالية (ف ع ) والفلطية المنخفضة (ف م) ، تيارات الدائرة المقصرة ، عدد الاطوار ، مخطط ومجموعة توصيل اللفيفات ، تردد التيار ، نظام العمل (لمدة طويلة او قصيرة) ، كتلة المحول والجزء الفعال . وبالاضافة الى المعطيات المقدرة يشار على اللوحة الى المصنع المنتج وتاريخ الصنع والرقم المصنعى المتسلسل للمحول . ويوسم الاخير على الخزان (أسفل اللوحة) وعلى الغطاء (عند طرف ادخال الفلطية العالية للطور A ) وعلى الرف العلوى لعارضة النير للموصل المغناطيسى .

تتألف العلامات الاصطلاحية للمحولات من جزئين — حرفية ورقمية . وتعنى حروف التعليم للمحولات : فى الخانة الاولى عدد

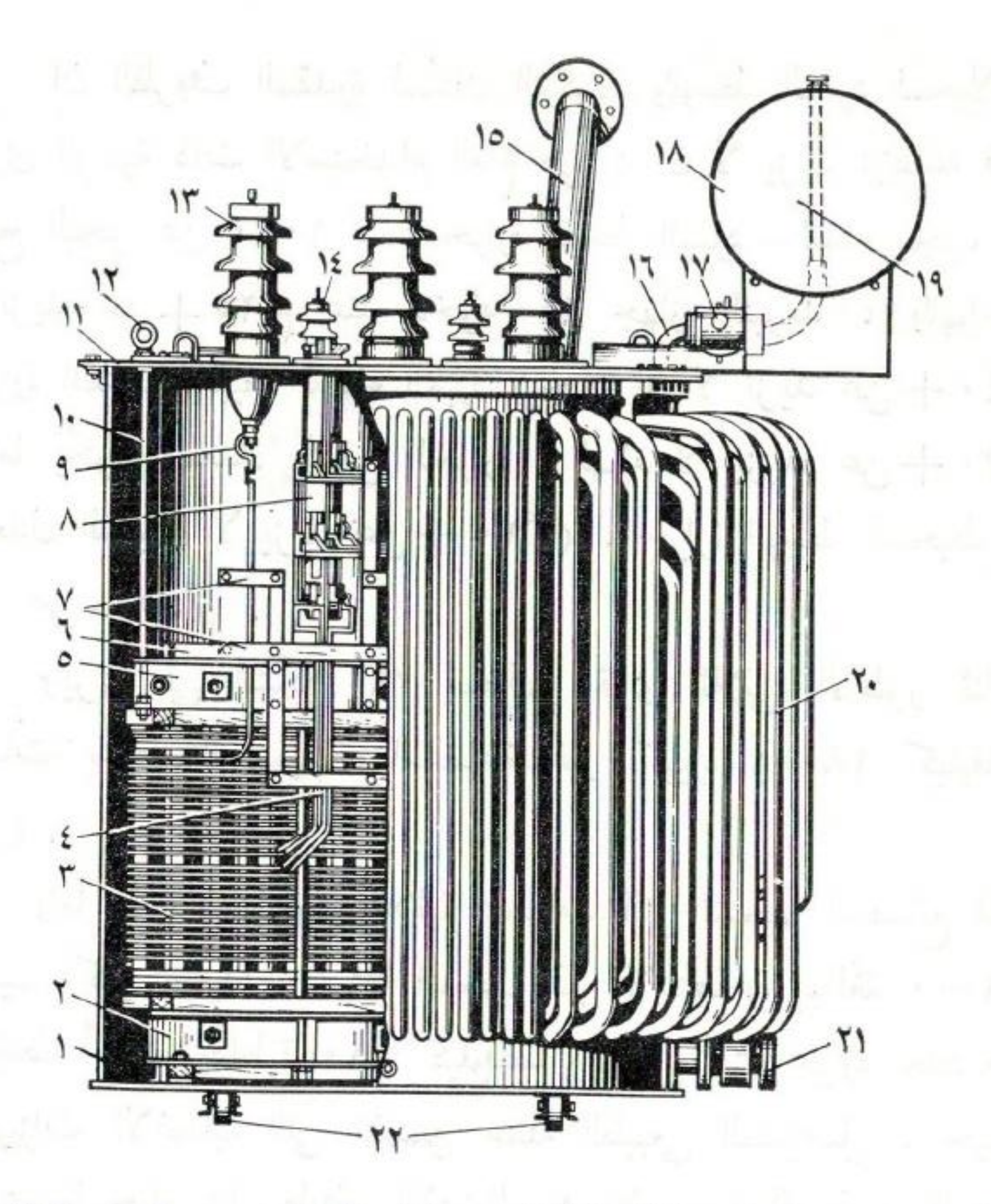
الاطوار ، ( O – لاحادية الطور ؛ T – لثلاثية الاطوار) ؛ وفى الخانة الثانية نوع التبريد ( M – طبيعى بالزيت ، D – بالزيت مع النفخ والدوران الطبيعى ، DЦ – بالزيت مع النفخ والدوران الاجبارى ، MB – بالزيت والماء مع الدوران الطبيعى للزيت ، Ц – بالزيت والماء مع الدوران الاجبارى للزيت ، C ، C3 ، CГ – تبريد طبيعى بالهواء وعلى التوالى حسب التنفيذ المكشوف والمغلق والمحكم ، ويشار الى نوع التبريد للمحولات المملوءة بمادة سائلة عازلة للكهرباء وغير قابلة للاحتراق بحروف ( H – تبريد طبيعى و HD – تبريد مع النفخ) ، وفى الخانة الثالثة – عدد الملفات العاملة على خطوط مستقلة (اذا كان عدد الملفات اكثر من اثنين فان المحول ثلاثى الملفات ويشار له بالحرف T ) ، وفى الخانة الرابعة – تنفيذ احد الملفات بجهاز لضبط الفلطية تحت الحمل (ويشار الى وجوده بحرف H ) ، وفى الخانة الخامسة – تنفيذ الملفات لمقاومة الرعود ( Г – للمحولات المنتجة فى السنوات السابقة) . وتشير الارقام الى الاستطاعة المقدرة ونوع فلطية ملفات الفلطية العالية للمحول . وعلى سبيل المثال فان المحول TDTHГ – 20000/110 يفسر كالتالى : ثلاثى الاطوار ، بتبريد (معجل) بالنفخ ، ثلاثى الملفات ، بجهاز لضبط الفلطية تحت الحمل ، بعوازل مقاومة للرعود ، باستطاعة مقدرة تبلغ ٢٠٠٠٠ كيلوفلط أمبير ونوع فلطية ملفات (ف ع) ١١٠ كيلوفلط .

تنتج الصناعة السوفييتية محولات قوى ذات الاستطاعات المقياسية التالية : ١٠ ، ١٦ ، ٢٥ ، ٤٠ ، ٦٣ فلط أمبير مع مضاعفة كل قيمة بـ ١٠ ، ١٠٠ ، ١٠٠٠ ، ١٠٠٠٠ مرة .

ان الظروف المقدرة لمكان التركيب وللوسط المبرد لمحولات القوى الزيتية ذات الاستخدام العام هى : ان لا يزيد ارتفاعه فوق سطح البحر عن ١٠٠٠ م ، حرارة الوسط المبرد – للماء يجب ان لا تزيد عن + ٢٥°م عند دخوله فى جهاز التبريد ، وللهواء – الحرارة المتغيرة طبيعيا للهواء المبرد (يجب ان لا تزيد عن + ٤٠°م عندما يكون المعدل اليومى لحرارة الهواء لا يزيد عن + ٣٠°م والمعدل السنوى لا يزيد عن + ٢٠°م) ، حرارة الوسط المحيط لا تقل عن – ٤٥°م .

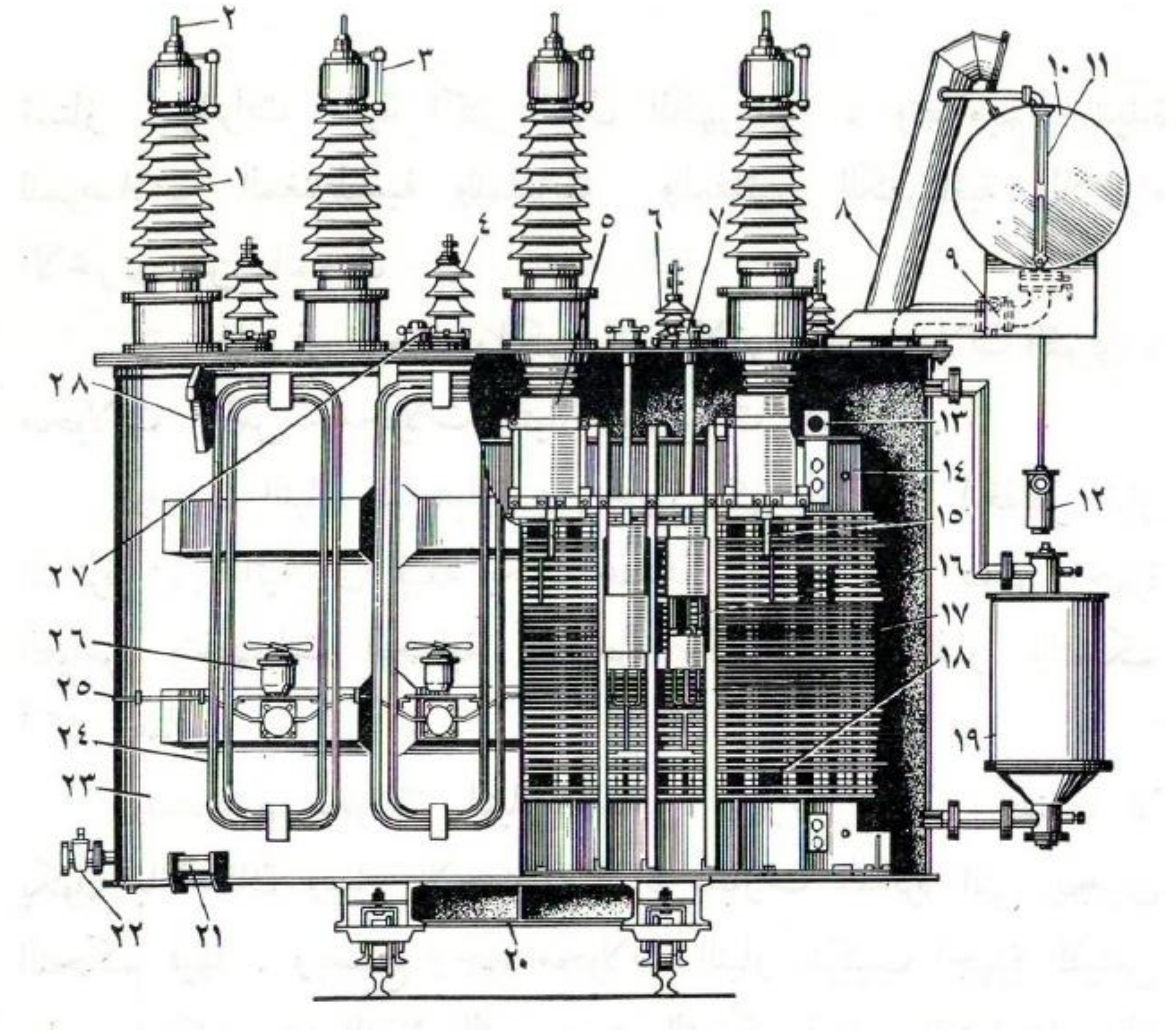
ويرى فى الشكل ٢٩ محول قوى ثلاثى الاطور ثنائى الملفات بسيط التصميم وباستطاعة غير كبيرة (١٨٠٠ كيلوفلط أمبير) .

واما محولات القوى ثلاثية الملفات التى تنتجها المصانع فلها تصميم أكثر تعقيدا . فمثلا المحول ذو الاستطاعة البالغة ١٦٠٠٠ كيلوفلط أمبير وبفلطية ١١٠ كيلوفلط (الشكل ٣٠) مزود بعدد من التجهيزات الاضافية التى تضمن عمله الطبيعى المتواصل ، حيث يحتوى المحول على طرف الادخال ١ (ف ع) المملوء بالزيت والذى تجرى مراقبة مستوى الزيت فيه بواسطة المؤشر ٣ ، فلتر حرارى ماص ١٩ يضمن تنقية واعادة تكرير حجم الزيت باكمله بشكل مستمر ، مجفف هواء ١٢ يحول دون ترطب الزيت وبالتالى يحافظ على ثباته العالى للعزل الكهربائى ، الرديتورات (مبردات انبوبية) ٢٤ المزودة بمراوح ٢٦ التى تضمن الدوران الجيد والتبريد للزيت ، عروة التعليق ١٣ تسهل وتبسط عملية رفع الجزء الفعال عند ضرورة الكشف عليه او اصلاح قطعه المستقلة . وتستخدم فى محولات القوى العصرية ذات الاستطاعة الكبيرة مواد عازلة للكهرباء




الشكل ٢٩ . محول قوى ثلاثى الاطوار ، ثنائى الملفات من الحجم الثالث ذو تبريد زيتى :

١ – خزان الزيت ، ٢ و ٥ – عارضتا النير السفلية والعلوية للموصل المغناطيسى ، ٣ – ملف الفلطية العالية (ف ع) ، ٤ – اطراف سحب للضبط موصولة بالمفتاح الكهربائى ، ٦ – موصل مغناطيسى ، ٧ – شرائح خشبية لتثبيت اطراف السحب ، ٨ – طرف سحب يأتى من ملف (ف ع) ، ٩ – مفتاح تحويل ، ١٠ و ١٢ – صبلمة وحلقة (عروة) الرفع ، ١١ – غطاء الخزان ، ١٣ و ١٤ – اطراف ادخال الفلطيتين العالية والمنخفضة (ف ع) و (ف م) ، ١٥ – ماسورة انفلات ، ١٦ – ماسورة الزيت ، ١٧ – مرحل غازى ، ١٨ – خزان تمدد الزيت ، ١٩ – مؤشر مستوى الزيت ، ٢٠ – مواسير تبريد (دوران) الزيت ، ٢١ – صنبور تصريف الزيت ، ٢٢ – عجلات الناقلة




**الشكل ٣٠ .** محول قوى ثلاثى الاطوار ثلاثى الملفات ذو استطاعة تبلغ ١٦٠٠٠ كيلوفلط أمبير :

**١** – طرف ادخال مملوء بالزيت للفلطية العالية (١١٠ كيلوفلط) ، ٢ – قضيب ممرر للتيار (صبلمة) ، ٣ – مؤشر مستوى الزيت فى طرف ادخال (ف ع) ، ٤ و ٦ – طرفا أدخال الفلطية المتوسطة (٣٥ كيلوفلط) والفلطية المنخفضة (١٠ كيلوفلط) ، ٥ – اسطوانة طرف ادخال (ف ع) من الورق و الباكيليت ، ٧ – وسيلة ادارة لتجهيزة مفتاح ملف (ف ع) ، ٨ – ماسورة واقية ، ٩ – مرحل غازى ، ١٠ – خزان تمدد الزيت ، ١١ – مؤشر مستوى الزيت فى خزان التمدد ، ١٢ – مجفف الهواء ، ١٣ – عروة لرفع الجزء الفعال ، ١٤ – عارضة النير ، ١٥ – طرف سحب خطى ا (ف ع) ، ١٦ – تركيبة مفتاح ملف (ف ع) ، ١٧ – ملفات (ف ع) ، ١٨ – الفتائل الحاجبة لملف (ف ع) ، ١٩ – فلتر حرارى ماص ، ٢٠ – ناقلة ذات عجلات ، ٢١ – مسطح لتركيب رافعة (جلك) ، ٢٢ – صنبور تصريف الزيت ، ٢٣ – خزان الزيت ، ٢٤ – رديتور (مبرد انبوبى) ، ٢٥ – اسلاك كهربائية لتغذية محركات النفخ الكهربائية ، ٢٦ – محرك كهربائى مع المروحة ، ٢٧ – وسيلة ادارة لتجهيزة مفتاح ملف الفلطية المتوسطة ، ٢٨ – خطاف لرفع المحول

تمتاز بمؤشرات عالية اكثر للعزل الكهربائى ، وتصاميم جديدة للموصلات المغناطيسية وللملفات والمفاتيح الكهربائية وللاجزاء الاخرى من المحول .

وتستخدم فى الوحدات الكهربائية بالاضافة الى محولات القوى ، محولات قياس – محولات التيار ومحولات الفلطية .

ومحول التيار هو عبارة عن جهاز كهربائى معد لخفض تيار الدائرة الابتدائية الى قيمة يكون عندها تحقيق تغذية دوائر اجهزة القياس وتجهيزات الحماية بالمرحل والاتومات والانذار والتحكم أكثر مناسبا .

وتستخدم محولات التيار لقياس التيارات الكبرى عندما لا يكون بالامكان وصل الاجهزة مباشرة بتيارات الدائرة التى يجرى التحكم فيها . ويسمح وجود محولات التيار بتركيب اجهزة القياس على بعد كبير عن الدوائر التى يجرى التحكم فيها ومراقبتها على هذا النحو من مكان واحد ، مثلا على لوحة التحكم الواقعة تحت مراقبة الشخص المناوب .

ويتكون محول التيار من قلب مغلق مجمع من صفائح رقيقة من الصلب الكهربائى الصناعى ومن ملفين ابتدائى وثانوى . ويوصل الملف الابتدائى على التوالى بالدائرة التى يجرى التحكم فيها وتوصل بالملف الثانوى وشائع تيار لمختلف اجهزة التحكم والقياس . وتنجز الملفات الابتدائية لمحولات التيار للعمل على تيارات مقدرة من ٥ الى ١٠٠٠٠ أمبير واما الثانوية فللعمل عادة على تيارات تبلغ ٥ أمبير واحيانا أمبير واحد .

وتقسم محولات التيار الى خمسة أصناف حسب مستوى الدقة : من ٠,٢ الى ١٠. وتستخدم محولات التيار بمستوى الدقة البالغ ٠,٢

لاخذ القياسات المخبرية فقط واما مستويات الدقة ٠,٥ و ١ و ٣ فتستخدم فى الوحدات الكهربائية الصناعية . ويصف مستوى الدقة قيمة اخطاء المحول المسموحة عند التيارات المقدرة .

ويشار على لوحة كل محول للتيار الى ما يلى : المصنع المنتج ونوع محول التيار والرقم المتسلسل وتاريخ الصنع ، الفلطيات المقدرة (بالكيلوفلط) والتردد (بالهيرتس) ، معامل التحويل المقدر (نسبة التيار الابتدائى المقدر الى التيار الثانوى المقدر) ، كما يشار لكل قلب الى مستوى الدقة او الانجاز للحماية بالمرحلات والحمل الثانوى الذى يتم عنده ضمان مستوى الدقة ، والتكرار باساس ١٠٪ عند الحمل الثانوى المشار اليه على اللوحة وتكرار المقاومة الحرارية او الثبات الديناميكى .

وتشبه محولات الفلطية الى حد كبير محولات القوى من حيث التصميم ، وتستخدم لتغذية دوائر الفلطية لمختلف الاجهزة (الواطمترات والعدادات وغيرها) والمرحلات . وتوصل الملفات الابتدائية لمحولات الفلطية على التوازى بالشبكة . وتبلغ قيمة الفلطية المقدرة على مآخذ الملف الثانوى ١٠٠ فلط وتوصل اجهزة القياس والمرحلات على التوازى بالدائرة الثانوية لمحول الفلطية . واما مقاييس اجهزة القياس الموصولة فيجب ان تكون مدرجة طبقا للفلطية المقدرة للملف الابتدائى .

وتصنع محولات الفلطية بطور واحد او بثلاثة اطوار . وتكون المحولات ثلاثية الاطوار بثلاثة او بخمسة قضبان . ويقام باختيار مخططات توصيل محولات الفلطية احادية الطور وثلاثية الاطوار تبعا لنظام الشبكة وتصميم المحول والغرض منه فى الوحدة الكهربائية المعنية .

## البند ١٨ . الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى

ان الموصل المغناطيسى لمحول القوى هو عبارة عن مجموعة شرائح من الصلب الكهربائى الصناعى او من مادة حديدية مغناطيسية اخرى مجمعة على شكل هندسى معين ويهدف الى حصر الحقل (المجال) المغناطيسى الاساسى للمحول بداخله . وهو كذلك العنصر الاهم والاعقد تصميما من مجمل عناصر المحول المشتركة فى عملية تحويل الطاقة والمكونة لجزئه الفعال مع الملفات . ويمتاز الموصل المغناطيسى بالمقاومة المغناطيسية التى تعتمد على طول الشبكة ، ومقطعه العرضى وخواص المادة التى جمع منها والنفاذية المغناطيسية للصلب . ولاجل التقليل من التيار الممغنط عند التيار المغناطيسى المعطى وبالتالى عند كثافة التيار لوحدة المقطع العرضى (التأثير المغناطيسى) ، من الضرورى خفض المقاومة المغناطيسية للجزء الفعال للموصل المغناطيسى كثيرا ، اى تجميعه من مادة تمتاز بنفاذية عالية . ومن هذه المواد الصلب الكهربائى الصناعى (الخاص بالمحولات) المدلفن على الساخن والبارد .

ويستعمل فى صناعة المحولات فى الاتحاد السوفييتى ٣٨ نوعا من الصلب الكهربائى الصناعى . وتتألف تسمية انواع الصلب من ٤ أرقام حيث يعنى الاول الصنف حسب الحالة البنيوية ونوع الدلفنة ، والثانى يعنى نسبة الصوان فى تركيبه ، والثالث المجموعة حسب الصفة المحددة الاساسية، والرابع الرقم التسلسلى لنوع الصلب .

ويصنف الصلب الكهربائى الصناعى حسب الحالة البنيوية ونوع الدلفنة الى ثلاثة اصناف (الاول – مدلفن على الساخن وموحد

الخصائص * ، والثانى ــ مدلفن على البارد وموحد الخصائص ، والثالث ــ مدلفن على البارد وغير موحد الخصائص ** )، وحسب نسبة الصوان فيه يصنف الى ست مجموعات ، وحسب الصفة المحددة الاساسية يصنف الى خمس مجموعات تحدد بالفقدان النوعى عند التأثير المغناطيسى والتردد المناسبين .

ويصنع الصلب الكهربائى الصناعى الموحد الخصائص المدلفن على الساخن على شكل صفائح يميز بينها حسب دقة الدلفنة والسمك ــ دقة عادية ودقة عالية .

وتورد صفائح الصلب على حالتها بعد المعالجة الحرارية بسطح منقوش او غير منقوش ناعم بدون صدأ وبلا رغاوة منسلخة وبلا اية عيوب تحول دون تغطيتها بالعوازل .

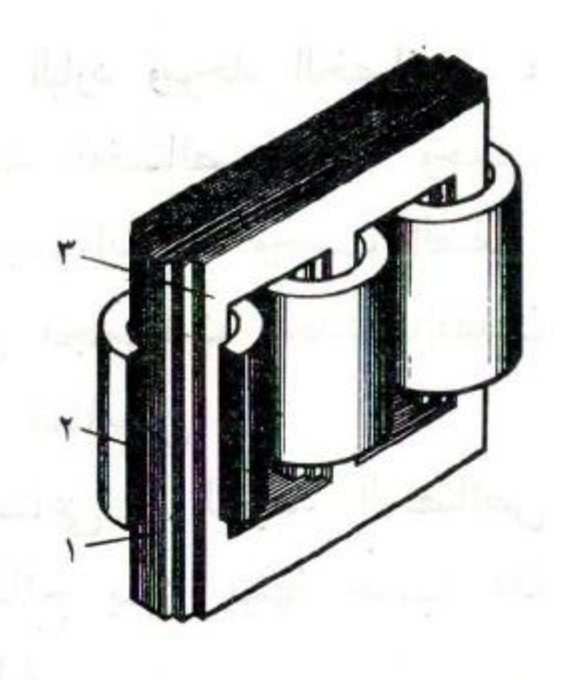
ويصنف الصلب الكهربائى الصناعى المدلفن على البارد والغير موحد الخصائص حسب نوع تغطية السطح الى : عازل للكهرباء ومقاوم للحرارة ، غير مسئ للكبس بالختم ــ لدن ، بلا تغطية .

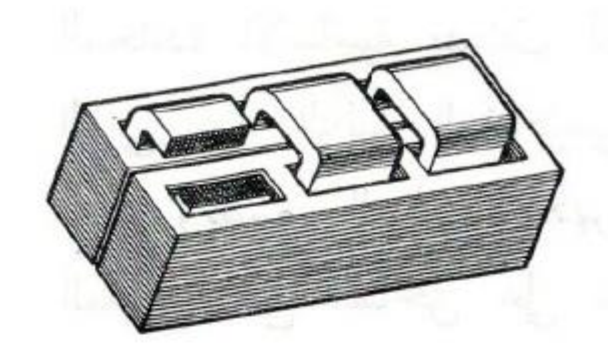
وتتصف الخواص المغناطيسية للصلب الكهربائى الصناعى بالتمغنط واما الفقدان فيه من جراء التيارات الدوامة والتخلف

---

* تسمى المواد ذات الخواص الفيزيائية المتشابهة فى جميع الاتجاهات بالمواد موحدة الخصائص .

** تسمى المواد ذات الخواص الفيزيائية الغير متشابهة فى اتجاهات مختلفة بالمواد الغير موحدة الخصائص . والمحولات التى يكون هيكل الموصل المغناطيسى فيها من الصلب الكهربائى الصناعى المبزر والغير موحد الخصائص تكون اخف بنسبة ٢٠ ــ ٣٠٪ من المحولات التى يكون فيها هيكل الموصل المغناطيسى من الصلب العادى المدلفن على الساخن والمستعمل سابقا بشكل واسع .



الشكل ٣١ . موصل مغناطيسى قضيبى : ١ – قضيب ، ٢ – ملف ، ٣ – نير

الشكل ٣٢ . موصل مغناطيسى مدرع

المغناطيسى فيحددان بالفقدان النوعى (بالفقدان فى كيلوغرام واحد من الصلب عند التردد البالغ ٥٠ هيرتس والفلطية المعبر عنها بيانيا بجيب الزاوية). ويستعمل فى بناء المحولات صلب كهربائى صناعى على شكل صفائح او لفائف ، وبافضلية السمك ٠,٣٥ و ٠,٥ مم .

وتجمع الموصلات المغناطيسية للمحولات من شرائح الصلب الكهربائى الصناعى المعزولة بطبقة من غطاء او ورنيش مقاوم للحرارة * . والموصل المغناطيسى هو عبارة عن هيكل صلب تركب وتثبت عليه ملفات الفلطيتين المنخفضة والعالية ، واطراف السحب والمفاتيح الكهربائية والقطع الاخرى للجزء الفعال للمحولات . وينتج طرازان من الموصلات المغناطيسية : قضيبى ومدرع . والموصل المغناطيسى القضيبى هو الاكثر انتشارا (الشكل ٣١)

---

* تكون شرائح هيكل الموصل المغناطيسى للمحولات القديمة التصميم معزولة بورق رقيق ملصق على الشريحة . وما زالت مثل هذه المحولات تصادف بكثرة فى الممارسة العملية للاصلاح .

والمؤلف من قضبان رأسية ١ بمقطع مدرج شبه دائرى . وتقع على القضبان الملفات ٢ ذات الشكل الاسطوانى . وتدعى اجزاء الموصل المغناطيسى العليا والسفلى التى تغلق القضبان والتى ليس لها ملفات بانيار الموصل المغناطيسى .

وتشكل الانيار بربطها لجميع قضبان الموصل المغناطيسى دائرة مغناطيسية مغلقة وتكسب فى الوقت نفسه الهيكل صلابة محددة ومتانة ميكانيكية هى ضرورية الى اقصى حد وذلك لانه غالبا ما تؤثر على الموصل المغناطيسى قوى ديناميكية كبيرة مبعثها تقصيرات الدائرة فى الشبكة .

وتوجد للموصل المغناطيسى المدرع (الشكل ٣٢) قضبان مستطيلة المقطع موضوعة افقيا حيث توزع عليها ملفات مستطيلة الشكل .

ويوجد فى الاتحاد السوفييتى عدد قليل من المحولات اجنبية ووطنية الصنع ذات موصلات مغناطيسية من الطراز المدرع . وتوجد معظمها فى المحولات ذات التصاميم القديمة. وتقوم مؤسسات الاصلاح باعادة بناء مثل هذه المحولات عند اللزوم وذلك برفع استطاعاتها اكثر وبتحسين مواصفاتها . ولا تستخدم فى الوقت الحاضر الموصلات المغناطيسية المدرعة فى المحولات ذات الاستخدام العام بسبب صعوبة تكنولوجيا صنعها . وتستخدم فقط فى بعض انواع المحولات الخاصة ، مثلا للافران .

ويوجد حسب طريقة توحيد القضبان مع الانيار نوعان من تصاميم الموصلات المغناطيسية : التوصيلية والحشوية .

ويقام فى التصميم التوصيلى بتجميع القضبان والانيار كل على حدة ، حيث تكبس الملفات على القضبان ومن ثم يوضع النير

العلوى من فوق . ولدرء تلامس الشرائح توضع بين الاجزاء التوصيلية للموصل المغناطيسى حشوات عازلة من الكرتون الكهربائى . وبعد تركيب النير العلوى يكبس كل الهيكل ويشد بصبالم رأسية . ان التصميم التوصيلى يسهل كثيرا التجميع والفك وذلك لانه يكفى لتلبيس ونزع الملفات رفع النير العلوى فقط .

بيد ان التصميم التوصيلى للموصلات المغناطيسية لا يخلو من النواقص التى لها اهمية كبرى عند صنع واصلاح وتشغيل المحولات التى توجد فيها مثل هذه الموصلات المغناطيسية .

ومن هذه النواقص : التيار الكبير للتشغيل البطىء (تقريبا بمرة ونصف اكثر من مثيله فى الموصل المغناطيسى ذى التصميم الحشوى) ، والطنين المرتفع للمحول عندما يكون شغالا . ان التيار الكبير للتشغيل البطىء هو نتيجة للفسحات الغير مغناطيسية المستمرة بين الانيار والقضبان . وتتوقف قوة هذا التيار على دقة قص الصلب وكبسه بالختم وعلى تجميع الموصل المغناطيسى وكذلك على سمك الحشوة العازلة الموضوعة فى الوصلات . وكلما كانت الحشوة اسمك ودقة تجميع الصلب اسوأ ، كلما كانت المقاومة المغناطيسية أعلى وبالتالى التيار الممغنط (بكسر النون) . ان الصعوبة الاساسية عند اصلاح الموصل المغناطيسى التوصيلى هى تكوين سطوح توصيلية مستوية للانيار والقضبان . وعند انحراف الوصلة او الضغط المتباين للحشوات على قضبان مختلفة مشدودة برداءة فى الاتجاه المحورى تبدأ هذه القضبان بالارتجاج بين الانيار وتحطيم الحشوة العازلة تحت تأثير قوى الجذب المغناطيسى . وتتلامس فى هذه الحالة صفائح الصلب الفعال للقضبان والانيار ويمكن ان تنشأ فى المحول دوائر مغلقة للتيار تؤدى الى خلل خطير («الحريق فى الصلب») .

ويجرى فى الوقت الحاضر صنع الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى ذات الاستخدام العام بالطريقة الحشوية . اذ يقام بتجميع القضبان والانيار بالشبك اى تقسم حسب السمك الى طبقات (عادة من صفيحتين او ثلاث) مشكلة من صفائح مستقلة بحيث انه فى كل طبقة يدخل جزء من شرائح القضيب فى النير . وهنا تقوم شرائح الطبقة الواحدة بتغطية وصلات شرائح الطبقة الوسطى . ومن افضليات التصميم الحشوى على التوصيلى الوزن الاقل والمتانة الميكانيكية الكبيرة والفسحات الصغيرة فى اماكن الوصلات وصغر تيار التشغيل البطيء للمحولات .

بيد انه يتعقد عند التصميم الحشوى تجميع المحول : حيث انه لتلبيس الملفات على القضبان يضطر فى البداية الى تفكيك حشو النير العلوى بطبقات مستقلة ومن ثم وبعد تلبيس الملفات الى اعادة الحشو . ويقام بعمليات مشابهة عند اصلاح المحولات ذات الملفات المتضررة . ويتطلب الحشو دقة كبيرة فى انجاز العمليات وتقليل الفسحات بين شرائح القضيب والنير الى اقصى حد وذلك لان الفسحات الواسعة بينهما تؤدى الى رداءة ظروف امرار التيار المغناطيسى وتزيد من تيار التشغيل البطئ للمحول .

ويقام فى بناء المحولات فى الاتحاد السوفييتى ، وفى تصاميم الموصلات المغناطيسية القضيبية بالذات ، باستعمال «الوصلة المائلة» (تقوم بتشكيلها الشرائح التى تكون اطرافها مقصوصة بزاوية ٤٥° على الاغلب) وذلك بهدف تقلبل قطاع الدائرة المغناطيسية الذى لا يتطابق عليه اتجاه التيار المغناطيسى لخطوط التأثير المغناطيسى مع اتجاه دلفنة صفائح الصلب .

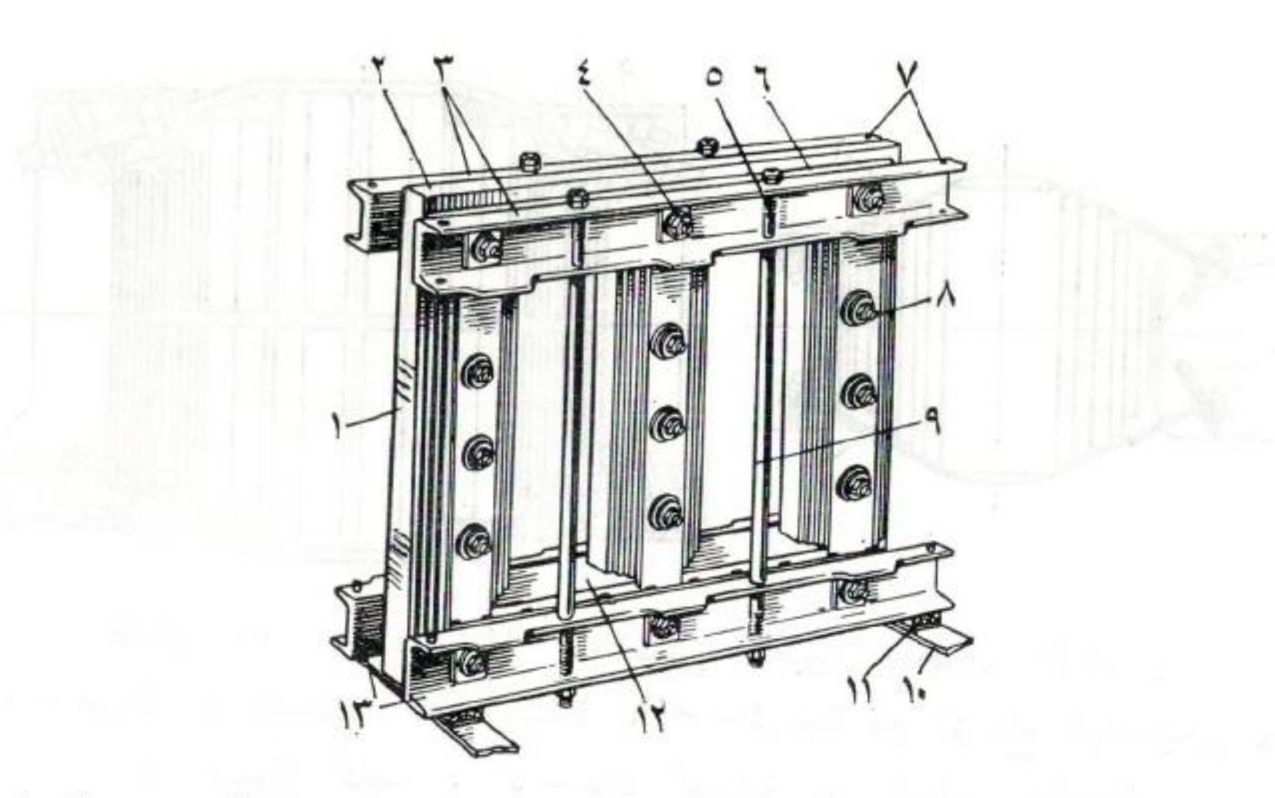
وهذا له أهمية كبرى للصلب الكهربائى الصناعى المدلفن على

البارد والذى تصنع منه فى الوقت الحاضر الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى ، لأن قدرته على الامرار المغناطيسى باتجاه الدلفنة اعلى بكثير منه باتجاه تحت زاوية ما . واما فى الوصلة المائلة فان المنطقة التى تمتاز ببعض الشيء من عدم تطابق اتجاه التيار مع اتجاه دلفنة الصلب تنحصر بحجم صغير من الصلب الذى يتاخم وصلة الشرائح ولذا فانه يقل ازدياد الفقدان على هذا القطاع .

ان حشو الموصلات المغناطيسية ذات القصات المائلة فى الشرائح أصعب من ذات الصفائح المستطيلة ، ولهذا السبب يتعقد كذلك جهاز شد الانيار ولذا فان الجهد العملى لتجميع الموصلات المغناطيسية ذات الوصلات المائلة يزداد كثيرا . ويكتفى فى بعض تصاميم الموصلات المغناطيسية ثلاثية الاطوار بالوصلات المائلة فقط عند القضبان الطرفية . واما القضيب الاوسط فينجز بوصلات مستقيمة عادية . ويقل الفقدان للتشغيل البطيء عند استعمال الوصلة المائلة فى تصميم الموصل المغناطيسى .

ويجب ان تكون شرائح الصلب لقضبان وانيار الموصل المغناطيسى مكبوسة بمتانة ، ولهذا الغرض كان يجرى حتى الآونة الاخيرة فى بناء المحولات تخريم ثقوب خاصة (بواسطة ختم الشرائح بالكبس) فى الصلب الفعال . وكانت توضع فى هذه الثقوب للموصل المغناطيسى المجمع صبالم أفقية وكانت تشد بواسطتها قضبان وانيار الموصل المغناطيسى . وقد كانت الصبالم تعزل عن الصلب الفعال بمتانة لتلافى تماس الشرائح الذى قد يتسبب فى ازدياد التيارات الدوامة والتسخين المحلى الشديد حتى «الحريق فى الصلب» .

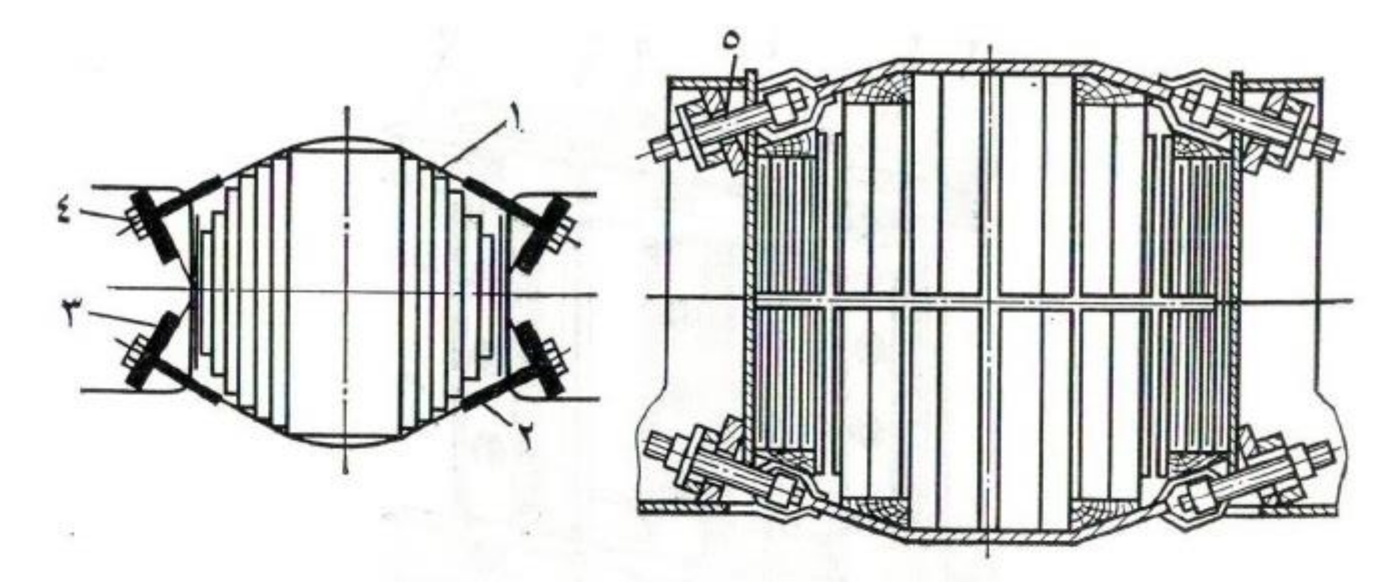
بيد انه توجد لتصاميم الموصلات المغناطيسية ذات الثقوب فى الصلب الفعال للقضبان والانيار (الشكل ٣٣) نواقص ملموسة :




الشكل ٣٣ . موصل مغناطيسى لمحول باستطاعة ١٨٠٠ كيلوفلط أمبير بصبالم شد ممررة فى ثقوب القضبان والانيار :
١ – قضيب الموصل المغناطيسى ، ٢ و ١٢ – النيران العلوى والسفلى ، ٣ و ١٣ – عارضتا النيرين العلوى والسفلى ، ٤ – صبلمة شد افقية كابسة للنير ، ٥ – صبلمة رأسية كابسة ، ٦ – حشوة عازلة ، ٧ – ثقوب لصبالم الرفع ، ٨ – صبلمة شد افقية كابسة للقضيب ، ٩ – ماسورة عازلة للصبلمة الرأسية الكابسة ، ١٠ – شريحة ارتكاز من الصلب ، ١١ – شريحة من الخشب

تكبس الثقوب بالختم على مكابس خاصة (وهذه واحدة من اكثر العمليات المجهدة عند صنع الموصلات المغناطيسية) ، تظهر حول كل ثقب منطقة من الصلب المشوه ميكانيكيا (ولازالة البروشمة الحاصلة من الضرورى تلدين الشرائح) ، ان الثقوب تقلل من المقطع وتسبب زيادة موضعية فى فقدان التشغيل البطىء ، واخيرا وحتى ان أكثر عوازل الصبالم الكابسة لقضبان وانيار الموصل المغناطيسى متانة قد تختل مع مرور الزمن محدثة عواقب وخيمة للمحول .

ولذا فانه تستعمل بشكل واسع فى الآونة الاخيرة تصاميم الموصلات المغناطيسية «الخالية من الصبالم» . ويوجد العديد من




الشكل ٣٤ . نير الموصل المغناطيسى المكبوس بانصاف الأطر :
١ – شريط من الصلب ، ٢ – صبلمة ، ٣ – شريحة من الزجاج البلاستيكى ،
٤ – صمولة كابسة ، ٥ – عزل الصبلمة من الصلب بماسورة

تصاميم الموصلات المغناطيسية الخالية من الصبالم المتميزة بطريقة كبس القضبان والانيار . اذ انه تشد القضبان للمحولات باستطاعة ٢٥٠ – ٦٣٠ كيلوفلط أمبير بمشدات مؤقتة وهى مازالت فى الوضع الأفقى حالا بعد التجميع . وعند تلبيس الملفات (وكقاعدة تكون الملفات ملفوفة على اسطوانة من الورق والباكيليت) تزال المشدات ، وتركب بين الاسطوانة والموصل المغناطيسى شرائح واسافين خشبية تقوم بكبس شرائح القضيب بقساوة .

واما للمحولات ذات الاستطاعة الاكبر فيقام بكبس القضبان بأطر من الصلب او من شريط الالياف الزجاجية ، ولتلافى حدوث اللفة المغلقة يقام بانجاز الأطر من الصلب بعروة عازلة . وتلف الأطر من شريط الالياف الزجاجية بواسطة آلة خاصة تسمح بوضع الشريط بشكل متساو مع الشد اللازم لكبس القضيب .

وتستعمل لكبس الانيار صبالم تقع خارج القضبان الطرفية تقوم بشد عوارض النير (توضع العوارض بحيث تكون متينة ميكانيكيا) او

انصاف أطر من الصلب تطوق العوارض العلوية والسفلية . وتوضع فى بعض التصاميم بدلا من انصاف الأطر صبالم من الصلب تتطلب مع ذلك بعض التكبير لفجوة الموصل المغناطيسى .

ويرى فى الشكل ٣٤ نير الموصل المغناطيسى المكبوس بانصاف أطر من الصلب . ان نصف الاطار هو عبارة عن شريط من الصلب ١ بعرض ٤٠ — ٦٠ مم وبسمك ٤ — ٦ مم (يؤخذ عادة شريطان بسمك ٢ — ٣ مم) . وتلحم على اطراف الشريط صبالم من الصلب ٢ ، منفذة خلال الشريحة ٣ من مادة عازلة متينة (يستعمل الزجاج البلاستيكى أكثر من غيره) .

وعند شد الصواميل ٤ على الصبالم تتكون القوة اللازمة لكبس النير . ولتلافى تلامس شرائح صلب النير مع نصف الاطار توضع تحته صفيحة من الكرتون الكهربائى بسمك ٢ — ٣ مم .

ومع ذلك فان انصاف الاطر لوحدها لا تستطيع ان تكون القوى الكافية لكبس النير . وحتما تستعمل لشد الانيار تجهيزات شد خاصة على جوانب الموصل المغناطيسى تقع خارج الصلب الفعال . وقد تكون هذه التجهيزات صبالم من الصلب معزولة بمواسير من الورق والباكيليت ٥ وذلك خوفا من تماس محتمل مع القضبان .

ويكون هناك ، اثناء عمل المحول ، مجال كهربائى بين ملفاته واجزائه المؤرضة (مثلا خزان الزيت) . وتنشحن كل الاجزاء المعدنية للمحول الواقعة فى هذا المجال ، اى انها تكتسب جهدا ما . وتنشأ فروق فى الجهد بين القطع المشحونة والخزان المؤرض . وبالرغم من صغر قيمتها فانها قد تكون كافية لخرق فجوات عازلة غير كبيرة تفصل بين الاجزاء المعدنية . ان خرق العوازل غير مرغوب فيه لانه يؤدى الى تفسخ واتلاف الزيت ، وهو مصحوب

دائما بفرقعة مميزة تبعث على الشك فى صلاحية عازل المحول .
ولذا لا بد من تأريض الموصل المغناطيسى والقطع المثبتة له ، اى يقام باكسابها كلها جهدا متساويا ــ جهد الخزان (الأرض) ، وتنساب الشحنات الكهربائية المتولدة على المؤرضات من القطع المعدنية للمحول الى الأرض .

وتؤرض عوارض النير وجميع المثبتات والقطع المعدنية ما عدا صبالم الشد الأفقية التى يكون جهدها دائما قريبا من جهد صلب الموصل المغناطيسى. ويتم التأريض بواسطة اشرطة نحاسية توضع بين شرائح صلب الموصل المغناطيسى واما النهايات الاخرى لها فتثبت على عارضة النير . ويجرى توصيل العوارض العلوية والسفلية بصبالم شد رأسية ، واما مع الخزان المؤرض للمحول فيجرى توصيلها بصبلمة الرفع .

ومن الجائز ايضا طرق اخرى لتأريض القطع المعدنية ، وهى تعتمد على تصميم الموصل المغناطيسى وتثبيت الجزء الفعال فى الخزان والعلاقة بين القطع المستقلة . وعلى اى حال فان اتباع التعليمات الخاصة بتأريض العناصر المستقلة لتصميم المحول شيء لا بد منه .

ان الموصل المغناطيسى هو من اكثر الاجزاء اهمية حيث يتوقف العمل الطبيعى والمستمر للمحول الى حد كبير على صحة تجميعه وطريقة انجاز تأريضه .

## البند ١٩ . ملفات محولات القوى

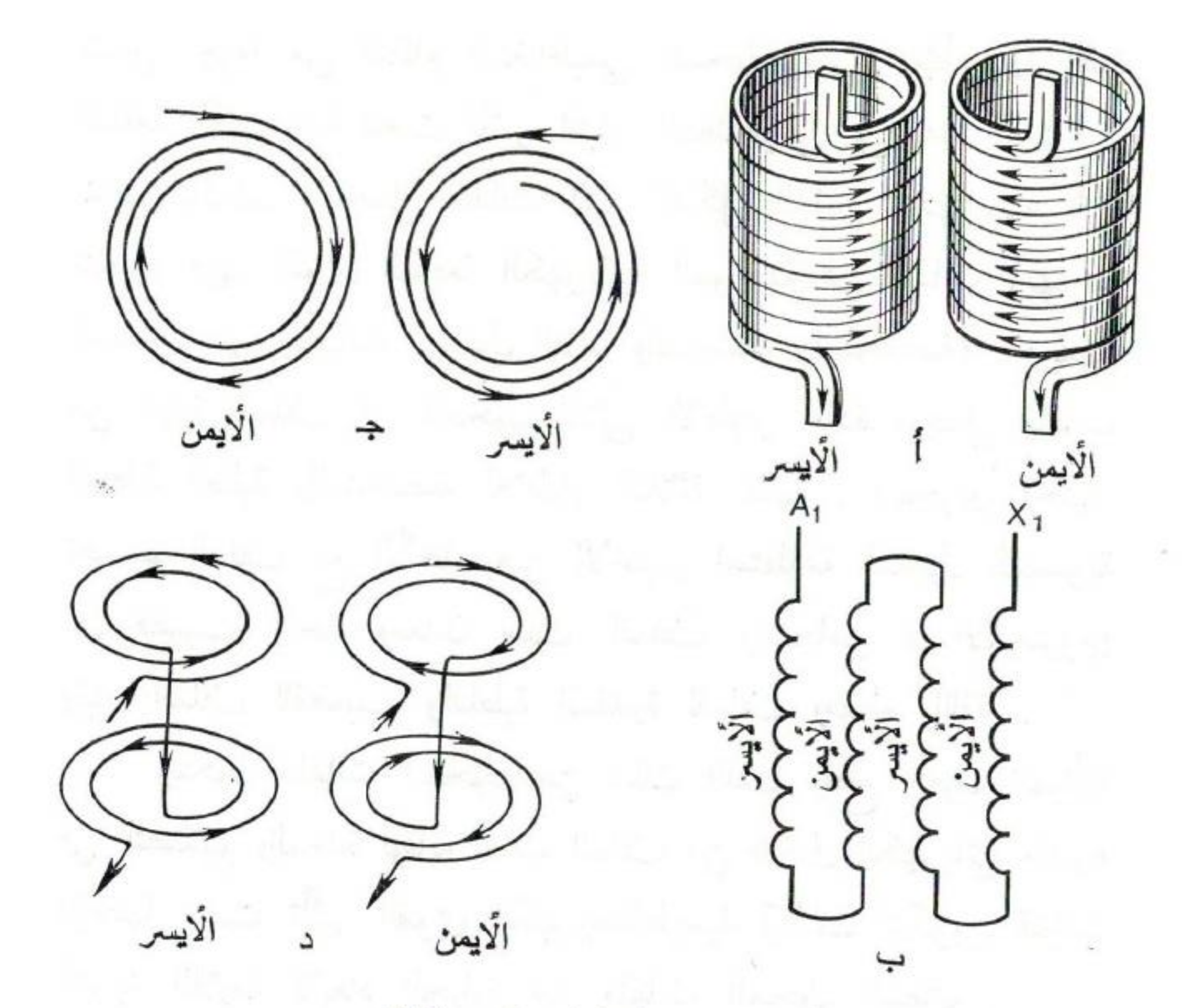
ان العنصر الأساسى للملف هو اللفة ، اى الموصل (السلك) الكهربائى او عدد من هذه الاسلاك الموصولة على التوازى والتى

تشمل جزءا من النظام المغناطيسى للمحول والتى تنشأ فيها القوة الدافعة الكهربائية تحت تأثير التيار المغناطيسى فى هذا الجزء . يدعى بالملف مجمل اللفات التى تشكل الدائرة الكهربائية التى تتجمع فيها القوى الدافعة الكهربائية الموجهة فى اللفات (بهدف الحصول على فلطيات المحول العالية والمتوسطة والمنخفضة) . ويفهم من عبارة الملف فى المحول ثلاثى الاطوار عادة مجمل ملفات الفلطية العالية والمنخفضة للاطوار الثلاثة كلها . ويجرى اختيار تصميم الملف مع الأخذ بعين الاعتبار استطاعة المحول المنسوبة الى قضيب واحد ومعدن سلك الملف (النحاس او الالومنيوم) وتيار الملف للقضيب والفلطية المقدرة للملف ومقطع اللفة .

وتتكون ملفات المحول من سلك اللف وقطع العزل المرتأية فى التصميم والمعدة لوقاية لفات الملف من الخرق الكهربائى ولدرء ازاحتها تحت تأثير القوى الكهرومغناطيسية وكذلك لتكوين قنوات التبريد اللازمة لابعاد الحرارة عن ملفات المحول الشغال .

ويميز بين الملفات حسب اتجاه اللف ، ووضعها على قضبان الموصل المغناطيسى ، ومخطط توصيل العناصر المستقلة للملف بين بعضها ، وحسب عدد الاسلاك المتوازية . ويميز بين الملفات اليمنى واليسرى حسب اتجاه اللف مثل قلاووظ البرغى . وهذا منسوب الى الملفات الاسطوانية واللولبية الأحادية الطبقة (الشكل ٣٥ ، أ) . ويحسب اتجاه الملف الاسطوانى العديد الطبقات حسب اتجاه لف الطبقة الداخلية الاولى (الشكل ٣٥ ، ب) . واما الوشائع المستقلة المنجزة على شكل حلزون مسطح فلا يوجد لها اتجاه اللف .

وتعتبر الوشائع القرصية المزدوجة يمينية اذا سار السلك من النهاية الخارجية العليا باتجاه عقارب الساعة ، ويسارية اذا كان

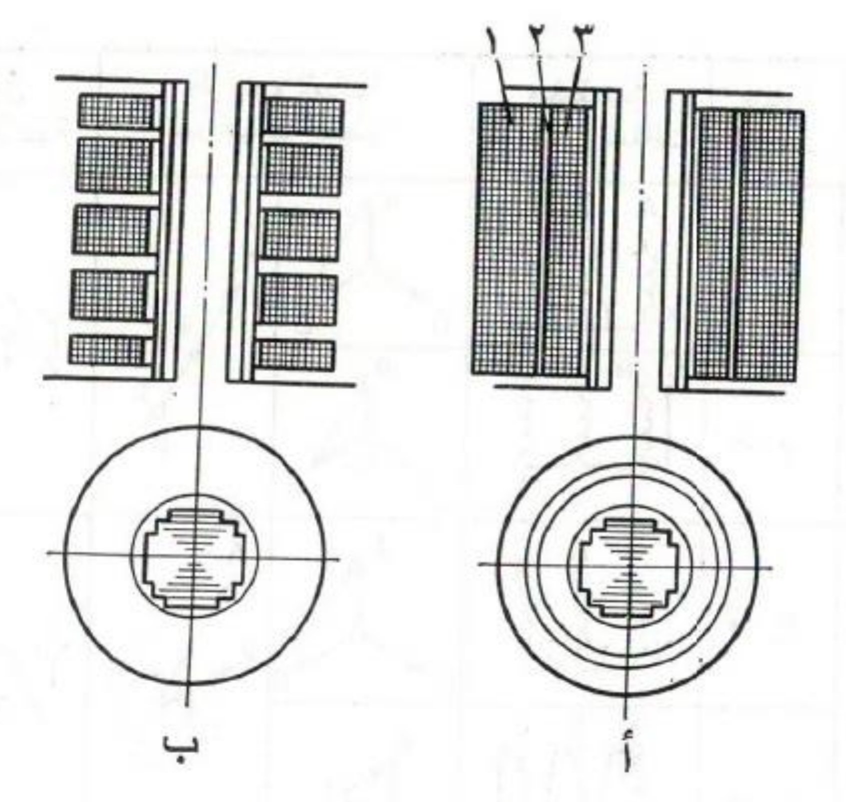



الشكل ٣٥ . اتجاهات لف الملفات :
أ – احادية الطبقة ، ب – عديدة الطبقات ، ﺟ – القرصية الحلزونية منفردة الوشيعة ،
د – القرصية الحلزونية ثنائية الوشيعة

اتجاه السلك عكس اتجاه عقارب الساعة (الشكل ٣٥ ، ﺟ) . وينطبق هذا التحديد على الملفات المستمرة (الشكل ٣٥ ، د) . ويتم انجاز معظم ملفات المحولات باللف الايسر لسهولة تجهيزها .

ويتم التمييز بين الملفات المتحدة المركز والمتتالية حسب وضع الملف على قضيب الموصل المغناطيسى . ويدعى وضع الملفات بالمتحد المركز عندما يحيط بملف الفلطية المنخفضة المجلس

7*




الشكل ٣٦ . اوضاع ملفات الفلطية العالية والمنخفضة على قضيب الموصل المغناطيسى :
أ – المتحد بالمركز ، ب – المتتالى ؛ ١ – ملف الفلطية العالية ، ٢ – اسطوانة عازلة ، ٣ – ملف الفلطية المنخفضة

مباشرة على قضيب الموصل المغناطيسى ملف الفلطية العالية المركب على هذا القضيب بمركز موحد معه (الشكل ٣٦ ، أ) .

وتركب الملفات الاسطوانية فقط بطريقة اتحاد المركز . وتدعى ملفات الفلطية المنخفضة والعالية المركبة على قضيب الموصل المغناطيسى حسب تواليها فى الاتجاه المحورى بالمتتالية (الشكل ٣٦ ، ب) .

ويرمز الى بداية ونهاية الملفات الابتدائية والثانوية لمحولات القوى فى نظام معين . ويرمز الى بدايات ملفات المحولات احادية الطور بالحروف الابجدية اللاتينية $A, a$ والى النهايات بالحروف $X, x$ . وتنسب الحروف الكبيرة الى ملفات الفلطية العالية والحروف الصغيرة الى ملفات الفلطية المنخفضة . واذا وجد فى المحول ، بالاضافة الى الملفين الابتدائى والثانوى ملف ثالث بفلطية متوسطة فانه يرمز الى بدايته بالحروف $A_m$ ونهايته بالحروف $X_m$ .

| الرموز الاصطلاحية | الرسوم البيانية لموجهات الفلطية | | مخططات توصيل الملفات | فلطية الملفات | أشكال التوصيلات |
|---|---|---|---|---|---|
| $Y/Y_0$ - ١٢ | A a b B | A C B | A B C X Y Z | ف ع | نجمة – نجمة مع المحايد الخارج |
| | | a c O b | O a b c x y z | ف م | |
| $Y/\Delta$ - ١١ | A a ٣٠° B b ٣٣٠° | A C B | A B C X Y Z | ف ع | نجمة – مثلث |
| | | a b c | a b c x y z | ف م | |
| $Y/\Delta$ - ١١ | A a ٣٠° b B ٣٣٠° | A C O B | O A B C X Y Z | ف ع | نجمة مع المحايد الخارج – مثلث |
| | | a b c | a b c x y z | ف م | |

الشكل ٣٧ . المخططات والمجموعات الاكثر شيوعا لتوصيلات ملفات المحولات ثلاثية الاطوار ثنائية الملفات

واما فى المحولات ثلاثية الاطوار فيرمز الى بدايات ونهايات الملفات بالحروف: $A, B, C; X, Y, Z$ وتعنى الفلطية العالية، واما $A_m, B_m, C_m; X_m, Y_m, Z_m$ فتعنى الفلطية المتوسطة؛ واما $a, b, c; x, y, z$ فتعنى الفلطية المنخفضة. ويقام احيانا فى المحولات ثلاثية الاطوار ذات التوصيل على هيئة نجمة بالاضافة الى بدايات الملفات باخراج النقطة الصفرية اى النقطة المشتركة لوصلة نهايات كل الملفات والذى يرمز اليها $O, O_m, o$ .

ويرى فى الشكل ٣٧ مخططات ومجموعات توصيلات ملفات المحولات ثلاثية الاطوار ثنائية الملفات . وجرت العادة بان يرمز الى مخطط التوصيل على هيئة نجمة بالعلامة Y ؛ وعلى هيئة مثلث بالعلامة △ . واذا اخرجت النقطة الصفرية للملفات الى الخارج فانه يرمز الى مثل هذه الوصلة بالعلامة ⅄ . واذا كان ملف الفلطية العالية للمحول موصولا على هيئة نجمة وملف الفلطية المنخفضة على هيئة مثلث فانه يرمز الى هذه الوصلة بالعلامة Y/△ ، واذا كانت النقطة الصفرية خارجة فبالرمز $Y_0/\triangle$ . ويوضع فى مكان البسط لهذا «الكسر» دائما رمز ملف الفلطية العالية وفى المقام رمز ملف الفلطية المنخفضة . واذا وجد ملف ثالث موصول مثلا على هيئة نجمة ايضا فانه يقام بوضع رمز الملف الثالث بين رمزى ملفات الفلطية العالية والمنخفضة كالتالى ( $Y_0/Y/\triangle$ ).

ان «بداية» و «نهاية» الملف ما هى الا مفاهيم اصطلاحية لانه عند مرور التيار المستمر فان اى طرف من الملف تجوز تسميته بالبداية . بيد انه عند لف الملفات وخاصة عند وصلاتها المتبادلة ، من الضرورى استعمال هذه المفاهيم .

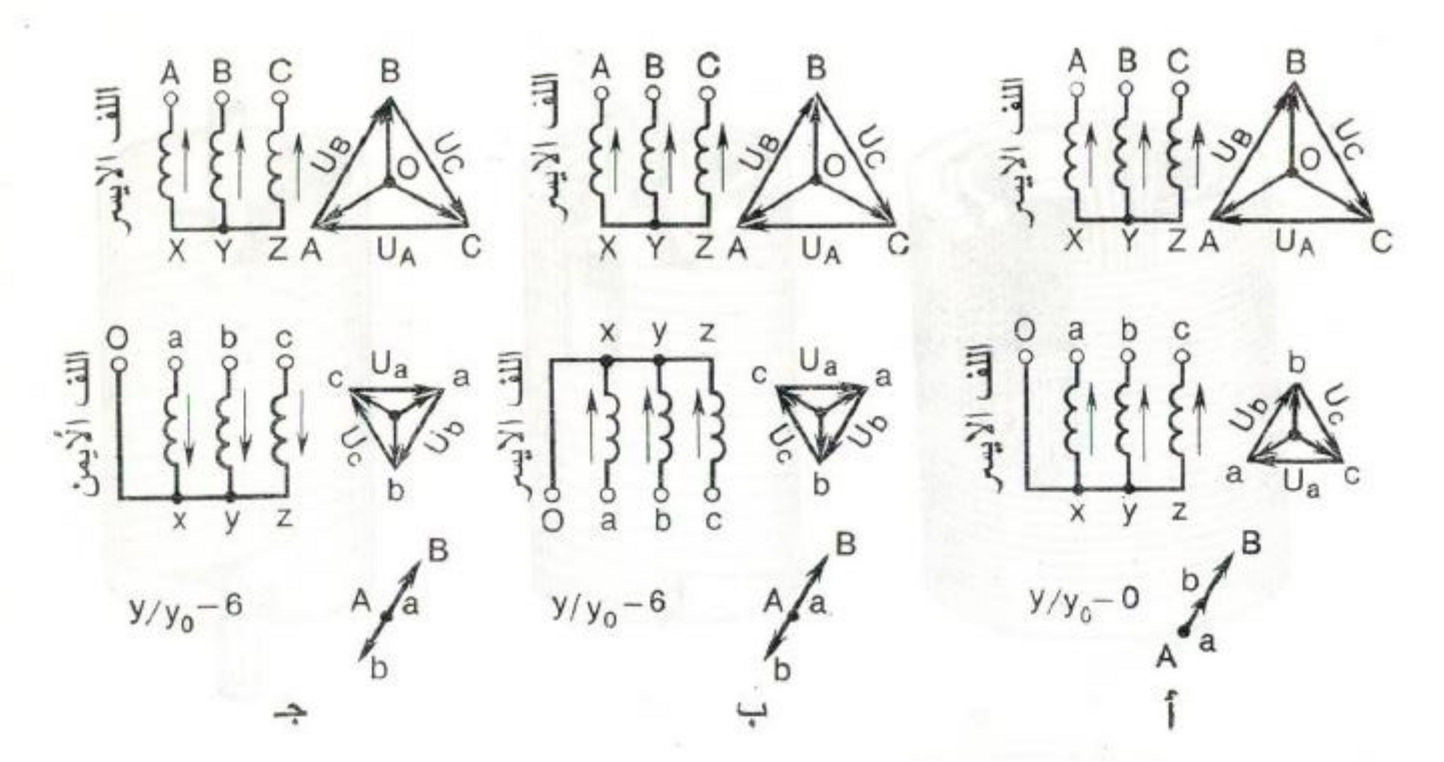
وتشير الارقام 12 أو 0 و 11 فى خانة الرموز الاصطلاحية فى الشكل ٣٧ الى مجموعات توصيل الملفات ــ الصفرية والحادية عشرة . ومن المتبع فى نظرية التيارات المترددة التعبير عن الكميات الكهربائية المتغيرة بجيب الزاوية مع الزمن فى الرسوم البيانية (القوة الدافعة الكهربائية ، الفلطية ، التيار) بواسطة الموجهات (الكميات الموجهة) . ويرسم الموجه على شكل قطاع من خط ذى سهم . وهكذا فان السهم يشير عند رسم موجه الفلطية الى اتجاهه واما قطاع الخط المحدد بالمقياس فيشير الى قيمته (فى لحظة المدى الاكبر

خلال الدورة) . وقد اتخذت زاوية ازاحة (انفراج) موجه الفلطية الخطية لملف الفلطية المنخفضة بالنسبة للموجه المناسب للفلطية الخطية لملف الفلطية العالية مساوية ٣٠° كوحدة المجموعة . ويبدأ حساب الازاحة من موجه الفلطية الخطية لملف الفلطية العالية وباتجاه عقارب الساعة . وهكذا ، مثلا المجموعة 0 تعنى ان موجهات الفلطيات الخطية لملفات الفلطية المنخفضة غير مزاحة بالنسبة لموجهات الفلطيات الخطية لملفات الفلطية العالية ، اى انها تتطابق ؛ واما المجموعة الحادية عشرة فانها تناسب ازاحة الفلطيات الخطية بمقدار ٣٣٠° (١١ مضروبا بوحدة الازاحة الزاوية المساوية ٣٠° للموجهات) .

واذا اعتبرنا اتجاه موجه الفلطية الخطية لملف الفلطية العالية كعقرب الدقائق للساعة ، واتجاه موجه الفلطية الخطية لملف الفلطية المنخفضة كعقرب الساعات فان المجموعة الصفرية 0 (حسب المعيار القديم كانت المجموعة الصفرية تدعى بالثانية عشرة) ستناسب انطباق العقارب على الساعة الثانية عشرة .

ويعتمد الحصول على هذه المجموعة او تلك عند توصيل الملفات فى المخطط على اتجاه لفها وتتابع توصيل الملفات الطورية وتوالى الاطوار عند التوصيل على هيئة نجمة او مثلث .

ويعار اهتمام كبير لاتجاه لف الملفات لأن اتجاه القوة الدافعة الكهربائية المؤثرة فى الملف تعتمد عليه . فمثلا ، اذا وجد على قضيب واحد ملفان باتجاه مماثل للف فان اتجاهات القوة الدافعة الكهربائية ستنطبق فى الملفات واما اذا كان اتجاه اللف مختلفا فان الاتجاهات ستكون متعاكسة . ولذا يقام ، كما اشير الى ذلك سابقا ، بتقسيم لف الملفات الى الايسر والايمن تلافيا

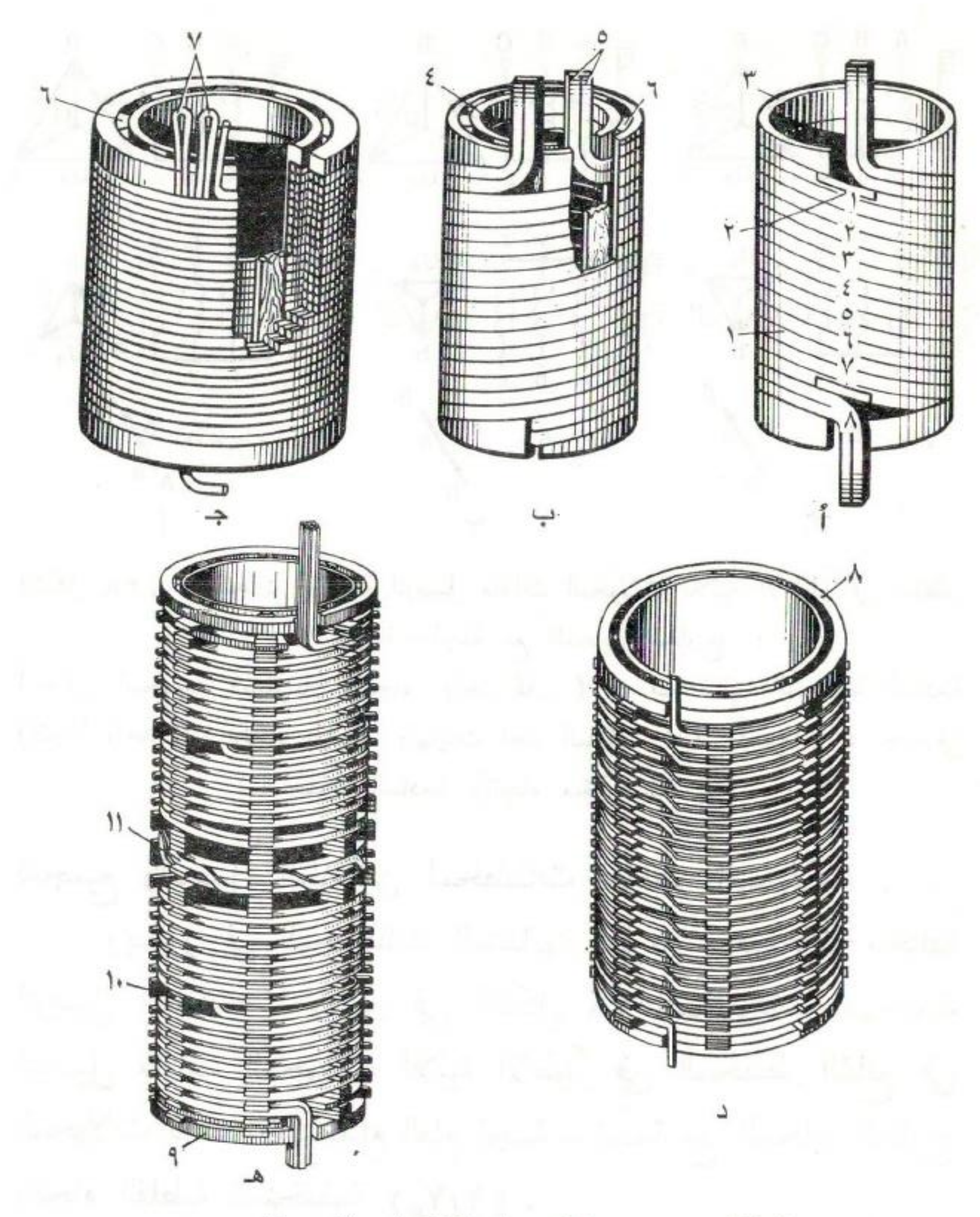



الشكل ٣٨ . مجموعات محتملة لتوصيل ملفات المحولات ثلاثية الاطوار فى مخطط نجمة – نجمة مع المحايد الخارج :
أ – فى المجموعة الصفرية (اتجاه واحد للف) ، ب – فى المجموعة السادسة (اتجاه واحد للف ولكن بدايات ونهايات احد الملفات اعيد تأشيرها) ، جـ – فى المجموعة السادسة (اتجاه مختلف للف)

للتجميع والتوصيل الخاطئين لمخططات ملفات المحولات .

ويجوز فى المخططات المتشابهة تكوين مجموعات مختلفة لتوصيل الملفات . ويرى فى الشكل ٣٨ المجموعات المحتملة لتوصيل ملفات المحولات ثلاثية الاطوار فى المخطط الشائع فى المحولات ذات الاستخدام العام نجمة – نجمة مع المحايد الخارج باتجاه الفلطية المنخفضة ($Y/Y_0$) .

ان الحصول على هذه المجموعة او تلك لتوصيل الملفات حسب المخطط $Y/Y_0$ يمكن تتبعه وذلك باستعمال الرسوم البيانية لموجهات الفلطية حيث ترى مجازا ملفات الفلطية العالية والمنخفضة باتجاهات (يسرى) واحدة للف لفائفها (الشكل ٣٨ ، أ ، ب) ومختلفة (الشكل ٣٨ ، ج) .




الشكل ٣٩ . ملفات اسطوانية لمحولات القوى :
أ – احادى الطبقة ، ب – ثنائى الطبقة ، ج – عديد الطبقات ، د – مستمر ، هـ – لولبى ؛ ١ – لفات سلك مستطيل المقطع ، ٢ – صفيحة من الكرتون الكهربائى لتقوية اللفات الطرفية للملف ، ٣ – حلقات معدلة مشطورة ، ٤ – اسطوانة من الورق والباكيليت ، ٥ – نهاية الطبقة الاولى للملف ، ٦ – قدد (شرائح) رأسية ، ٧ – تفريعات داخلية للملف ، ٨ – حلقة عازلة ساندة ، ٩ – عازل طرفى ، ١٠ و ١١ – موضع انتقالى للمجموعة وآخر عام للفات الملف

ويمكن فى المخطط $\Delta/Y$ الحصول على بعض مجموعات توصيل الملفات ذات الاتجاه الواحد .

ان تصاميم ومخططات توصيل ملفات المحولات متنوعة ، الا انه تستعمل فى محولات القوى ثلاثية الاطوار ذات الحجم الاول والثالث وذات الاستخدام العام ، تستعمل على الاغلب ملفات اسطوانية احادية وثنائية وعديدة الطبقات ومستمرة ولولبية موصولة حسب مخطط نجمة – نجمة مع محايد خارج باتجاه الفلطية المنخفضة . ويورد ادناه وصف مختصر لتركيبة هذه الملفات حيث يتاح التفهم الافضل لتكنولوجيا اصلاح المحولات مع تجهيز ملفات جديدة .

ان الملف الاسطوانى احادى الطبقة المنجز بسلك لف مستطيل المقطع (الشكل ٣٩ ، أ) بسيط فى التصميم ويستخدم على الاغلب فى المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٢٥٠ كيلوفلط أمبير كملف للفلطية المنخفضة . ويجوز استخدامه لدى الاستطاعات الكبيرة اذا كان معرضا اثناء عملية تجهيزه لمعالجة خاصة تضمن المتانة الميكانيكية عند حدوث الدوائر المقصرة .

وتقوم لفات من سلك واحد او عدة اسلاك تلف بخط حلزونى على اسطوانة من الورق والباكيليت بتكوين طبقة الملف . ويجرى تمديد كل لفة بجانب سابقتها بشكل متراص فى الطبقة باتجاه محورى للملف . وتوضع بداية ونهاية الملف على طرفيه المتعاكسين ويجرى لف الملف احادى الطبقة كذلك بسلك مستدير المقطع .

ولاكتساب المتانة الميكانيكية الكبرى يقام بوضع ضمادة من شريط الالياف الزجاجية على الملف بحيث يجرى لفه بنصف تغطية فوق الحلقات المعدلة واللفات الطرفية . وتثبت الصفيحة ٢ من

الكرتون الكهربائى بسمك ٠,٥ مم على اللفة الطرفية بطبقة واحدة من شريط قطنى يوضع بنصف تغطية . ويلصق الشريط بطلائه مسبقا بطبقة رقيقة من الورنيش الباكيليتى .

ويتكون الملف الاسطوانى ثنائى الطبقة (الشكل ٣٩ ، ب) من لفات ملفوفة بطبقتين ، بسلك مستطيل او مستدير المقطع من النحاس او الالومنيوم . وتوضع لفات كل طبقة من الملف كذلك كما فى الملف احادى الطبقة . ويجرى انتقال اللفات من طبقة الى اخرى فى الجزء السفلى من الملف واما بداية ونهاية اللفات فيخرج بها الى الطرف العلوى للملف .

وتوجد بين طبقات الملف قنوات رأسية للزيت يتم تشكيلها بقدد (شرائح) من خشب الزان وشرائط من الكرتون الكهربائى الموضوعة رأسيا والمستخدمة لتحسين ظروف تبريد الملف بفضل دوران الزيت عبر هذه القنوات . ويقام لتعديل الجزء الطرفى للملف بتركيب حلقات مشطورة اسفينية الشكل من الكرتون الكهربائى على اطراف كل طبقة .

وتستخدم الملفات ثنائية الطبقة فى الاساس كملفات للفلطية المنخفضة لمحولات القوى ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠ كيلوفلط أمبير وبفلطية تبلغ ٦٩٠ فلط .

ويكون الملف الاسطوانى عديد الطبقات (الشكل ٣٩ ، ج) ملفوفا ، كقاعدة ، من سلك مستدير المقطع . ويجرى اللف بوضع اللفات وهى متراصة الواحدة بالاخرى مع الانتقال من طبقة الى اخرى . ويجرى لف الطبقة الاولى على اسطوانة من الورق والباكيليت . واما الطبقات التالية فتوضع بينها بضع طبقات من ورق الكابلات . ولزيادة سطح التبريد يتم تشكيل قناة محورية

بين بعض طبقات الملف ، بواسطة قدد من خشب الزان او من الكرتون الكهربائى الملصوق .

ويقام لوقاية الملف من الاضرار الميكانيكية ولرفع مستوى العزل بوضع «حافة» (جانب) تحت اللفات الطرفية لكل طبقة وهى عبارة عن شريط ضيق من الكرتون الكهربائى بسمك يبلغ ٢ مم ، ملصوق على شريط أعرض من ورق التليفونات .

ويجرى اثناء عملية لف كل طبقة من الملف ضغط الشريط الورقى للحافة باللفات الطرفية واما شريط الكرتون فيعمل كقاعدة ارتكاز للملف الجاهز .

وتستخدم الملفات الاسطوانية عديدة الطبقات الملفوفة باسلاك مستديرة المقطع كملفات للفلطية العالية (نادرا للفلطية المنخفضة) للمحولات المبردة بالزيت ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠ كيلوفلط أمبير وبفلطية ٦ — ٣٥ كيلوفلط ولمحولات اخرى ذات درجات اعلى للفلطية .

ويتكون الملف المستمر (الشكل ٣٩ ، د) من عدة وشائع ملفوفة بشكل مستمر ، اى بدون قطع السلك عند انتقاله من وشيعة الى اخرى . وتكون نصف الوشائع (غالبا ذات الارقام الفردية) فى الملف المستمر متنقلة (بمواضعها) .

ويتراوح عدد الوشائع ، اى نصيب كل قضيب من ٤٠ الى ١٢٠ ؛ وتتكون كل وشيعة من بضع لفات ملفوفة على المسطح — لفة فوق لفة ؛ واما عدد اللفات فى الوشيعة فيتراوح بين ٢ و ٤٠ لفة . وتكون وشائع الملف المستمر للمحولات ذات الحجم الاول والثالث ملفوفة على قدد من الكرتون الكهربائى موضوعة على الاسطوانة من الورق والباكيليت، والتى تشكل قناة رأسية على امتداد السطح الداخلى

للملف . ولتشكيل القنوات الافقية بين الوشائع يقام بتثبيت حشوات من الكرتون الكهربائى على القدد .

وقد تتكون لفة وشيعة الملف المستمر من سلك واحد او عدة اسلاك متوازية (عادة لا تزيد عن اربعة) . وعند استعمال عدة اسلاك متوازية بدلا من سلك واحد ذى مقطع كبير ، ينخفض الفقدان الناتج عن التيارات الدوامة فى الملف . وعندما يكون فى اللفة سلكان متوازيان (وأكثر) فانه يقام لتعديل طوليهما ومقاومتهما وكذلك مكان كل منهما فى مجال الانتشار المغناطيسى عند الانتقال من وشيعة الى اخرى ، يقام باستخدام عملية انتقال (تغيير مواضع) الاسلاك التى تنجز اثناء اللف عند كل انتقال من وشيعة الى اخرى . وعند تنفيذ عملية تغيير المواضع فان اعادة وضع كل سلك تحتل ، كقاعدة ، فسحة واحدة بين الحشوات وعلى هذا النحو فان عدد الفسحات على محيط الملف المشغولة بمواضع الانتقال يكون مساويا لعدد الاسلاك المتوازية .

ويتم الوصول الى استمرارية اللف بنقل اللفات فى الوشائع بحيث يكون الانتقال الواحد خارج الملف واما الثانى فبداخله . وينجز الانتقال (الداخلى والخارجى) من وشيعة الى اخرى على مستوى اللفة الطرفية (الداخلية والخارجية على التوافق) وذلك بثنى السلك على الضلع . ويكون عدد الوشائع فى الملف المستمر زوجيا على الاغلب ، وفى هذه الحالة تكون بداية ونهاية الملف واقعتين اما فى خارج الملف او بداخله . ومن الجائز ان يكون عدد اللفات فى كل وشيعة صحيحا او كسريا .

وتنجز الملفات المستمرة بتفريعات لضبط الفلطية او بدونها . ويقام باخراج تفريعات الضبط من اللفات الخارجية (نادرا من

الداخلية) وعلى نحو يكون معه عدد اللفات بين التفريعات المتجاورة مطابقا لدرجة واحدة من الضبط .

وتكون الملفات المستمرة لمحولات القوى من الحجم الاول والثانى ملفوفة على الاغلب باسلاك من الالومنيوم واما للمحولات الأكثر استطاعة والعاملة على فلطية ٣٥ كيلوفلط فباسلاك من النحاس .

وتوجد لوشائع الدخول لملف الفلطية العالية العاملة على ١١٠ كيلوفلط وقاية استيعابية جزئية (من فرط الفلطية) على شكل حلقات استيعابية ولفات حاجبة . والحلقة الاستيعابية هى عبارة عن وردة مكبوسة من الكرتون الكهربائى مغلفة بورق مفضض رقيق معدنى بفسحات للحيلولة دون تكوين لفة ذات دائرة مقصرة ؛ وتكون الوردة معزولة بعدة طبقات من ورق الكابلات . وتنجز اللفات الحاجبة من اسلاك معزولة بشدة وتعمل على تعديل الحقل الكهربائى فى وشائع الدخول .

ان الملفات المستمرة منتشرة بفضل امتيازاتها فى المحولات العاملة فى مجال واسع من الاستطاعات والفلطيات . ويعزى اليها التصميم البسيط نسبيا ، والتكنولوجيا الرفيعة لتجهيزها ، والسطح الكبير للتبريد وكذلك للارتكاز ، الذى يجعل الملف ثابتا جدا بالنسبة للقوى المحورية الناتجة عند تقصير الدوائر .

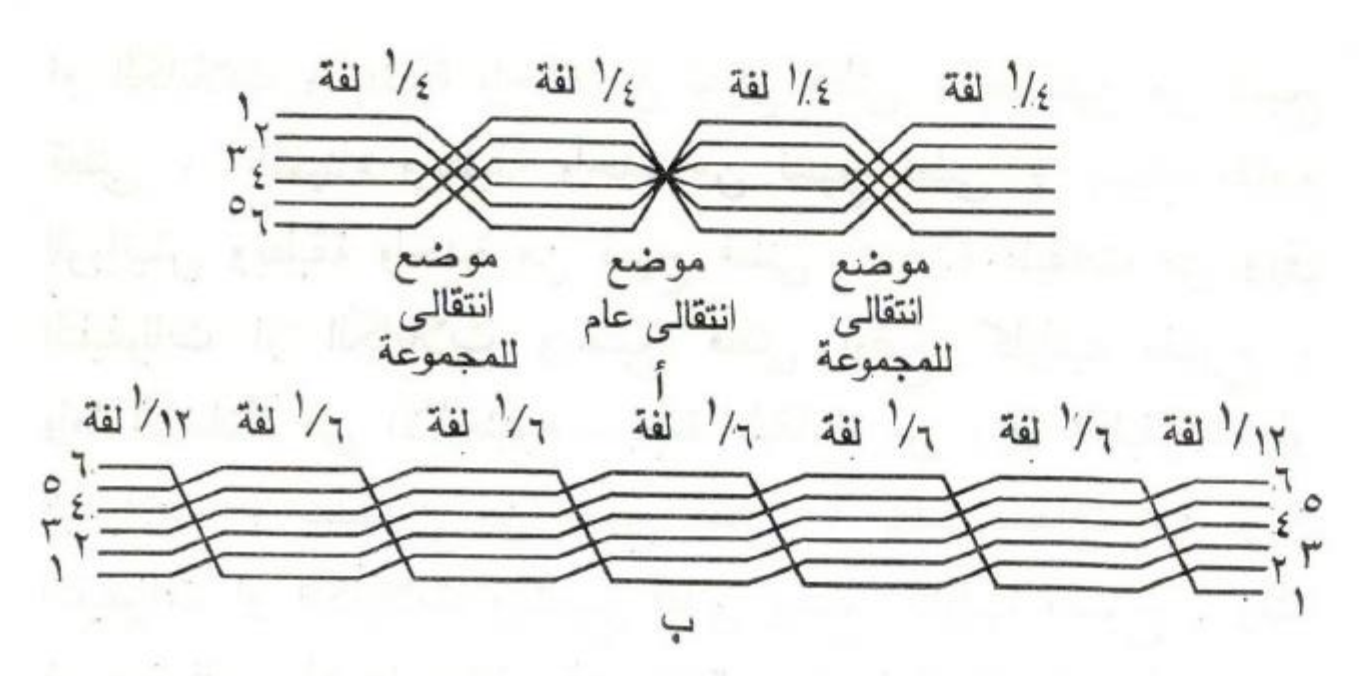
ويتكون الملف اللولبى (الشكل ٣٩ ، هـ) من عدد من اللفات الملفوفة باسلاك مستطيلة المقطع على خط لولبى ومن هنا جاءت التسمية . وخلافا للملف عديد الطبقات يكون الملف اللولبى احادى الطبقة مع توزيع الاسلاك فى الاتجاه الشعاعى واحدا فوق الآخر على المسار الحلزونى . وتتكون كل لفة من الملف من عدة اسلاك

متشابهة ومتوازية . وتقع بين لفات الاسلاك حشوات من الكرتون الكهربائى تشكل قنوات الزيت لابعاد الحرارة عن الملف . ويدعى الملف اللولبى كذلك بالملف عديد التوازى وذلك لان العدد الكلى للموصلات فى الملف قد يبلغ عدة عشرات . وتبعا لعدد الاسلاك المتوازية واللفات يقام بانجاز الملف اللولبى بشوط واحد او بعدة اشواط ، اى انه يتكون من ملف لولبى واحد او اثنين او عدة ملفات لولبية مستقلة ملفوفة احداها بالاخرى اثناء عملية تجهيزها .

وتكون الاسلاك المتوازية للملف اللولبى موضوعة بمركز موحد ، ولذا فهى واقعة على ابعاد مختلفة عن محوره ، فانه اذا لم يجر نقل مواضعها فان اللفات الاقرب من المحور ستكون بقطر اصغر وبالتالى اقصر من غيرها واما اللفات الابعد عن المحور فستكون بقطر اكبر واطول . وسيقوم الفرق فى الطول والموقع فى مجال الانتشار المغناطيسى للاسلاك المتوازية باحداث عدم التكافؤ فى مقاوماتها الفعالة والتأثيرية وبالتالى التوزيع الغير متساوى للتيار بينها ، والتسخين الزائد للاسلاك السفلية فى مقطع اللفة .

وتستعمل فى الملفات اللولبية مختلف اشكال المواضع الانتقالية . ويستعمل عادة فى الملف احادى الشوط مزيج من شكلين للمواضع الانتقالية : للمجموعة ، عندما تقسم الاسلاك المتوازية الى مجموعتين تتبادلان بالمواقع ، والعام ، عندما يتغير الموقع المتبادل لجميع الاسلاك المتوازية . وعدا عن ذلك فانه يستعمل الموضع الانتقالى الذى يحمل اسم (بيود) والمكون من موضعين انتقاليين للمجموعة وواحد عام .

واما فى الملف اللولبى ثنائى الشوط فيستعمل الموضع الانتقالى الموزع بتساو والذى يحمل اسم (هوبارت) . وعند هذا الشكل من




الشكل ٤٠ . مخططات مبدئية للمواضع الانتقالية للاسلاك فى الملفات اللولبية : أ – احادية الشوط عند المواضع الانتقالية المجموعة والعامة للاسلاك ، ب – ثنائية الشوط عند الموضع الانتقالى الموزع بتساو للاسلاك . يشار بالاعداد الى ارقام الاسلاك الجارى نقلها

الموضع الانتقالى يجرى نقل الاسلاك من مجموعة الى اخرى خلال فسحات متساوية على طول الملف . ويكون عدد النقلات فى الملف عادة مساويا لعدد الاسلاك المتوازية . وترى فى الشكل ٤٠ ، أ و ب مخططات مبدئية للمواضع الانتقالية لاسلاك الملفات احادية وثنائية الشوط .

ويتمتع الملف اللولبى بسطح طرفى كبير وبمتانة ميكانيكية عالية وبسطح تبريد واسع . ويصمد للقوى المحورية الكبيرة ، المؤثرة عليه عند تقصير الدوائر . ويستخدم الملف اللولبى كملف للفلطية المنخفضة على الاغلب فى محولات القوى ذات الاستطاعة البالغة ١٠٠٠ كيلوفلط أمبير واكثر .

ولتجهيز ملفات محولات القوى ذات الاستخدام العام تستعمل اسلاك لف من النحاس والالومنيوم مستديرة المقطع ومستطيلته تكون معزولة : النحاسية منها – بعدة طبقات من ورق التليفونات

او الكابلات ؛ بطبقة واحدة من نسيج قطنى ؛ بطبقتين من نسيج قطنى ؛ بالميناء وبطبقة واحدة من نسيج قطنى ؛ بميناء مقاوم للورانيش وبطبقة واحدة من نسيج قطنى ؛ بعدة طبقات من ورق التليفونات او الكابلات وبنسيج قطنى يوضع كلولب مفتوح ؛ واما الاسلاك من الالومنيوم — بعدة طبقات من ورق التليفونات او الكابلات ؛ بطبقتين من نسيج قطنى ؛ بعدة طبقات من ورق التليفونات او الكابلات وبنسيج قطنى يوضع كلولب مفتوح . وعند ضرورة الحصول على ملف ذى لفات متراصة وكذلك استبعاد توسيخ الزيت بخيوط النسيج القطنى يقام باستعمال اسلاك لف معزولة بطبقتين من الورق .

## البند ٢٠ . المبدلات

تستخدم المبدلات فى المحولات لضبط الفلطية بواسطة تغيير التوصيلات لتفريعات الملف بين بعضها او مع طرف الادخال . ويكون استعمالها مرتبطا بضرورة تأمين المستهلكين بالطاقة الكهربائية ذات النوعية القياسية حسب الفلطية .

ان انحراف الفلطيات عن القياس نحو الارتفاع او الانخفاض على حد سواء ينعكس سلبيا على عمل الوحدات الكهربائية للمستهلكين . وعلى سبيل المثال فعند خفض الفلطية فى الشبكة الى ١٠٪ يقل تردد دوران المحركات الكهربائية وتزداد التيارات وتسخين ملفات العضو الدوار والساكن مما يؤدى الى تقليص مدة عملها ؛ وعند رفع الفلطية لمدة طويلة الى ١٠٪ تتقلص بحدة مدة استخدام مصباح التوهج الكهربائى (الى ثلاث مرات تقريبا) . وقد تصبح تقلبات

الفلطية المفاجئة سببا لتعطل بعض انواع المعدات وخروجها من حيز العمل .

ان تقلبات الفلطية فى الشبكة الكهربائية المغذية لامفر منها نتيجة لتغيرات انظمة الحمل واسباب اخرى هى الباعثة على ضرورة ضبط فلطية الطاقة الكهربائية فى مكان استهلاكها . ويتم تحقيق ضبط كهذا بواسطة مبدلات خاصة تركب فى المحولات .

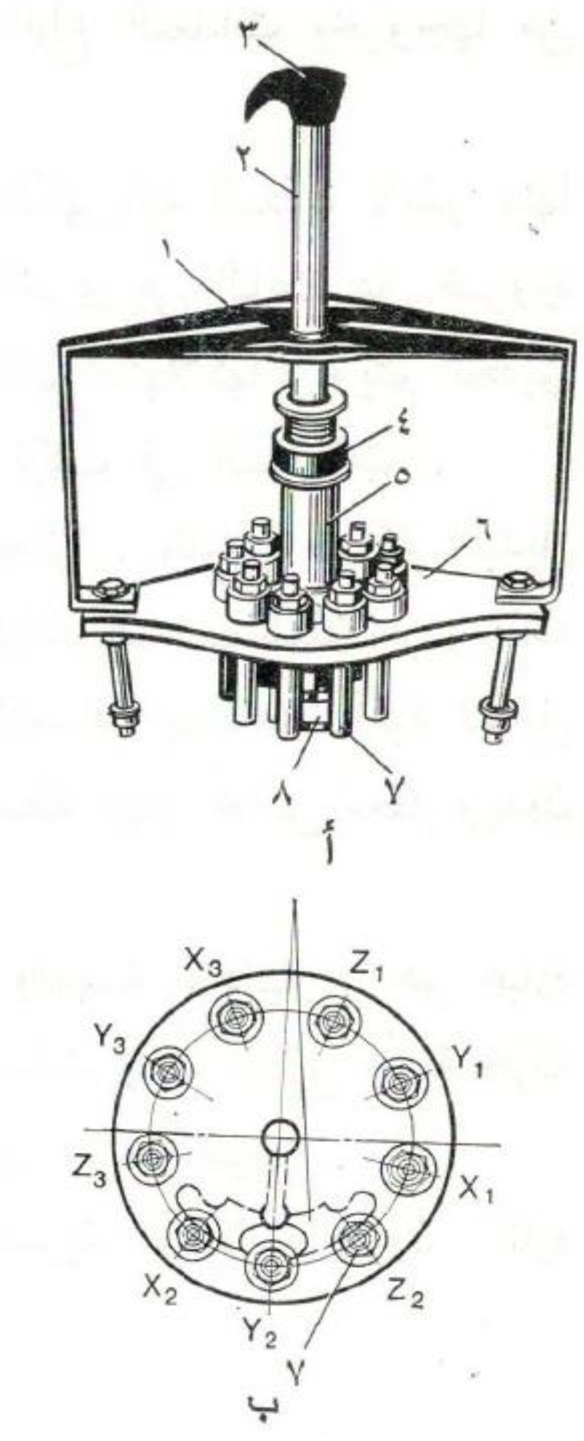
وقد يكون الضبط يدويا او أوتوماتيا . وتدعى طريقة التبديل باليدوية عندما يجرى تحقيق تبديل اطراف السحب للملف (درجات الضبط) باليد بواسطة تغيير وضع الملامسات بمساعدة آلية تشغيل المبدل . ويقام بالضبط الاوتوماتى بواسطة جهاز خاص معقد وبدون الاشتراك المباشر لعامل التشغيل .

ان المبدل ، حسب التصميم والمهمة الادائية ، هو عبارة عن جهاز تحويل مكون من نظام ملامسات وآلية تشغيل وآلية حركة ميكانيكية ومختلف الاجهزة التى تؤمن عمله الطبيعى .

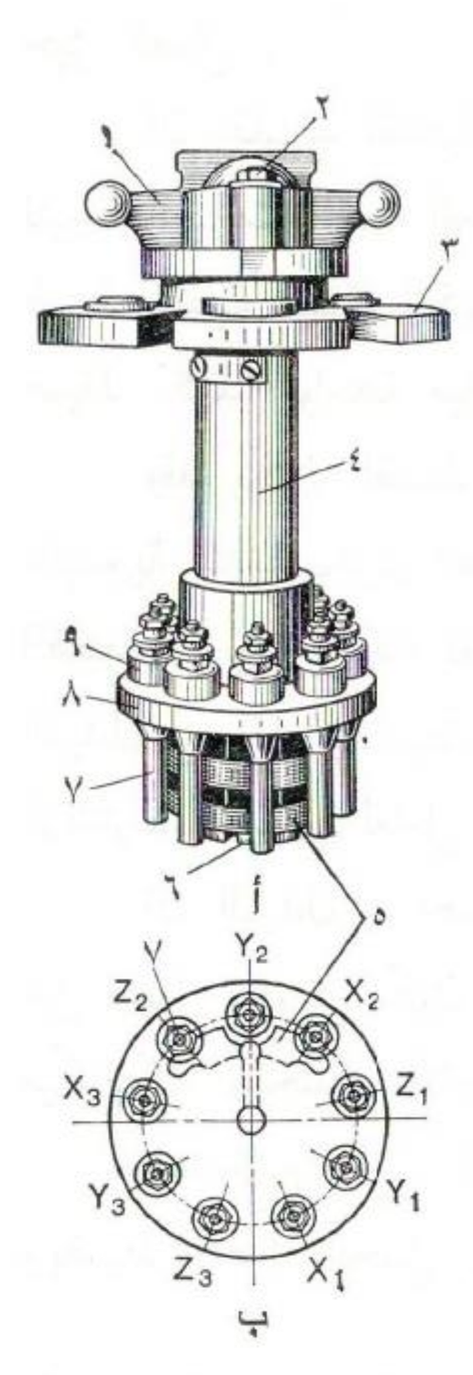
وتستخدم فى المحولات العصرية مبدلات بدون اثارة وبضبط تحت الحمل .

اجهزة التبديل بدون اثارة . ان الغالبية العظمى من محولات القوى مزودة بجهاز التبديل بدون اثارة . وتوجد تصاميم مختلفة للمبدلات بدون اثارة المتميزة بترتيبها وجهاز الملامسات وآليات الحركة والقطع الاخرى ولكن العنصر الاساسى لكل منها هو نظام الملامسات المتحركة والثابتة ويتم اختيار مخطط انظمة الملامسات للمبدل تبعا لنظام التفريعات لملف المحول .

وعند ضرورة ضبط الفلطية فى محولات القوى الزيتية ذات




الشكل ٤١ . تركيبة المبدل ثلاثي الاطوار (أ) ومخطط عمل ملامساته (ب) . الملامسات مرموزة لها بالحروف اللاتينية




الشكل ٤٢ . تركيبة المبدل ثلاثي الاطوار (أ) ومخطط عمل ملامساته (ب)

الاستخدام العام المزودة بأجهزة التبديل بدون اثارة يجرى تغيير عدد اللفات المشغلة بمبدلات التفريعات الواقعة داخل الخزان .

ويكون المبدل مزودا بنظام ملامسات متحركة وثابتة : والملامسات المتحركة مثبتة على محور ، يكون طرفه العلوى مسحوبا

الى خارج حدود غطاء خزان المحول ومزودا بآلية تشغيل ؛ وتكون تفريعات الملف موصولة بالملامسات الثابتة . وعند تدوير آلية التشغيل فى الاتجاه المطلوب وبزاوية محددة تقوم الملامسات المتحركة المثبتة على محورها بالدخول فى تلامس مع الملامسات الثابتة محققة بذلك التوصيل اللازم للفات الملف .

وتكون غالبية محولات القوى ثلاثية الاطوار الواقعة تحت التشغيل مزودة بالمبدلات التى تستعرض تركيبتها ادناه باختصار .

يستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤١ ، أ و ب فى محولات القوى ثلاثية الاطوار ذات الاستطاعة البالغة ١٠٠ كيلوفلط أمبير وبفلطية ٦ كيلوفلط باتجاه الفلطية العالية ، والتى تكون بلاخزانات تمدد الزيت . ويتكون المبدل من مظلة واقية ١ ، ومحور من الصلب ٢ مع مقبض مثبت عليه ٣ وقارنة وصل ٤ ، وانبوبة من الورق والباكيليت ٥ ولوح من الجيتيناكس ٦ مكبوسة فيه تسع جلبات من الورق والباكيليت بمسافات متساوية بين الواحدة والاخرى مركبة بداخلها قضبان التلامس ٧ من النحاس الاصفر . ويكون المحور من الصلب موصولا بعمود الاكواع (الكرنك) الحامل لملامسين حديبين متحركين ٨ . ويثبت المبدل ببراغى زوايا مركبة على عوارض النير العلوية للجزء الفعال للمحول واما محوره فهو مسحوب الى الخارج خلال ثقب فى غطاء الخزان .

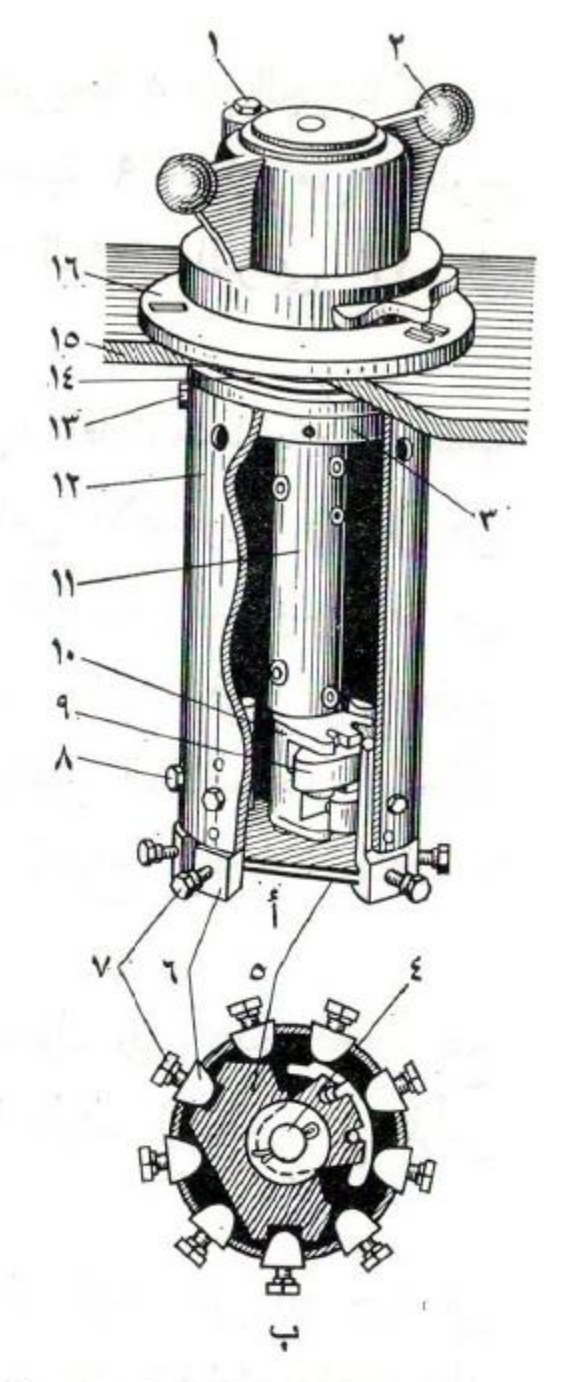
ويجرى التبديل على النحو التالى : يضغط على المقبض رأسيا الى الاسفل حتى النهاية وحتى تحرير حركة العمود ويقام بتدويره الى زاوية ما ومن ثم يكف عن الضغط ويستمر فى تدوير المحور وهكذا تدار الملامسات بالمقبض الى ان يتم ادخالها فى وضع التشغيل اللازم .

وهذه المبدلات بسيطة فى تصميمها وخدمتها واصلاحها .

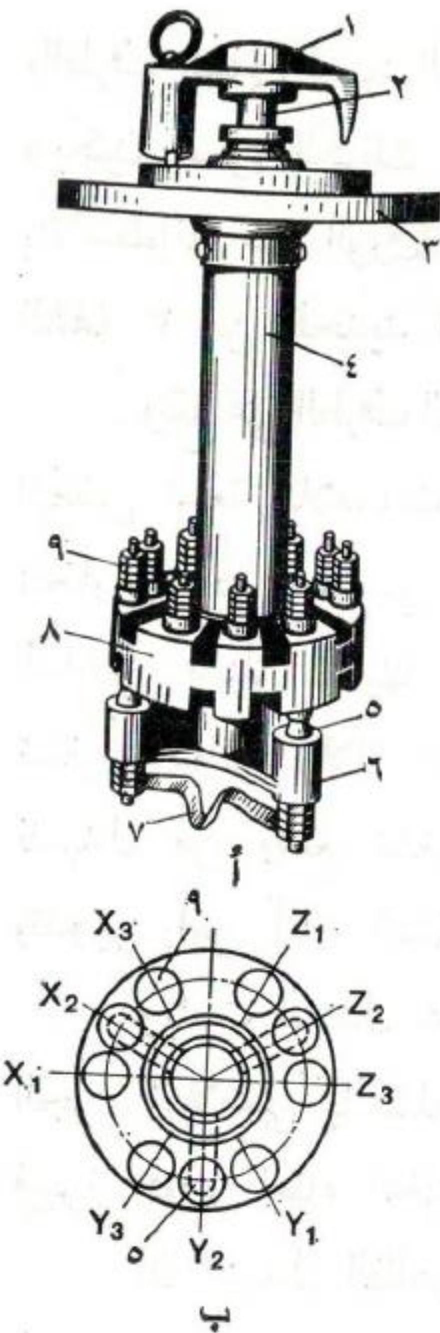
ويستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤٢ ، أ ، ب فى محولات القوى ذات الاستطاعة ٢٥٠ — ١٠٠٠ كيلوفلط أمبير بفلطية ١٠ كيلوفلط . ونظام التلامس الخاص به شبيه من ناحية التصميم بالمبدل الظاهر فى (الشكل ٤١) . ويتكون المبدل من قرص من الجيتيناكس ٨ ، مثبتة فيه جلبات من الورق والباكيليت ٩ مكبوسة فيها قضبان التلامس ٧ من النحاس الاصفر .

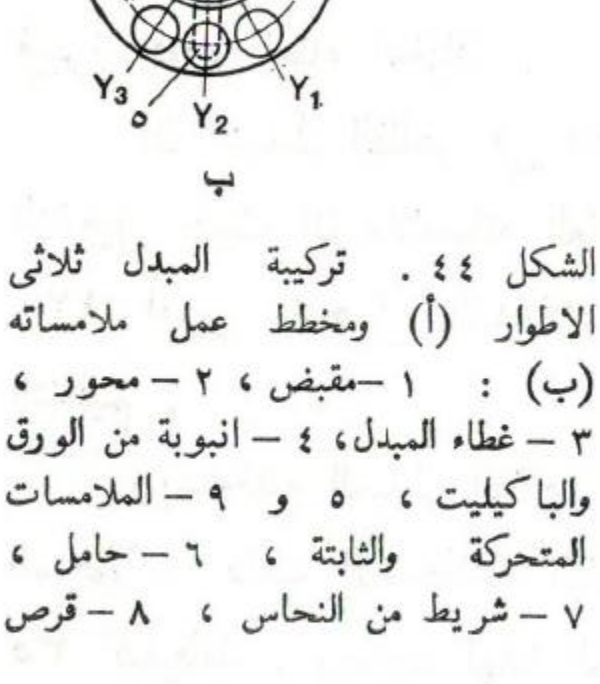
ويتحقق التحكم فى المبدل بواسطة الرأس ١ الموصول بالمحور والمثبت عليه بدوره عمود الكرنك ٦ مع ملامسين حدبيين ٥ . والاسطوانة من الورق والباكيليت ٤ موصولة باحد طرفيها مع القرص من الجيتيناكس وبالآخر مع الغطاء . ويتحدد الموضع الصحيح للملامسات الحدبية ٥ بوضع المؤشر على الرأس بالنسبة للارقام الرومانية I و II و III وبتطابق الثقوب لبرغيى الايقاف ٢ فى الرأس وغطاء المسيكة ٣ . ويثبت المبدل على غطاء المحول .

ويستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤٣ فى محولات بفلطية ٦ و ١٠ كيلوفلط ذات المجال الواسع للاستطاعات . ويوجد له بعض الشبه التصميمى بالمبدلات التى استعرضت آنفا وتختلف عنها فى الاساس بتركيبه وموقع الملامسات فى الاسطوانة من الورق والباكيليت . ويتكون المبدل من محور من الصلب مع الرأس ، واسطوانة من الباكيليت مع الملامسات الثابتة المثبتة عليها . ويكون المحور من الصلب ٤ لآلية التشغيل ، المار خلال الشفة ١٦ مرتبطا من الاعلى بالرأس ٢ لآلية التشغيل ، ومن الاسفل بالانبوبة ١١ من الورق والباكيليت . ويكون عمود الكرنك ١٠ مثبتا مع حدبات التلامس ٩ من النحاس الاصفر فى الطرف السفلى للانبوبة .




الشكل ٤٣. تركيبة المبدل ثلاثى الاطوار (أ) ومخطط عمل ملامساته (ب) : ١ – برغي ايقاف، ٢ و ٤ – الرأس ومحور آلية التشغيل، ٣– شفة الاسطوانة من الحديد الزهر ، ٥ – شريحة من الجيتيناكس مثبتة للمركز، ٦ – ملامس ثابت ، ٧ و ٩ – حدبة وبرغى تلامسيان ، ٨ و ١٣– براغى تثبيت الاسطوانة ، ١٠ – عمود الكرنك ، ١١ و١٢– انبوبة واسطوانة من الورق والباكيليت ، ١٤ – حشوة راصة من المطاط ، ١٥ – غطاء المحول ، ١٦ – شفة الرأس




الشكل ٤٤. تركيبة المبدل ثلاثى الاطوار (أ) ومخطط عمل ملامساته (ب) : ١ –مقبض ، ٢ – محور ، ٣ – غطاء المبدل، ٤ – انبوبة من الورق والباكيليت ، ٥ و ٩ – الملامسات المتحركة والثابتة ، ٦ – حامل ، ٧ – شريط من النحاس ، ٨ – قرص

والطرف السفلى لعمود الكرنك ممركز فى الشريحة ٥ من الجيتيناكس . ويكون عمود الكرنك مع الحدبات التلامسية ٩ مغطى من الخارج بالاسطوانة من الورق والباكيليت ١٢ ، المثبتة بالبراغى ١٣ على الشفة ٣ من الحديد الزهر .

وتقع على الطرف السفلى للاسطوانة وعلى مسافات متساوية بين بعضها البعض تسعة ملامسات ثابتة ٦ من النحاس الاصفر . وتوصل من الخارج بكل ملامس ثابت التفريعات المناسبة للملفات واما من الداخل فتنزلق عليها الحدبات التلامسية مغلقة فى كل وضع تشغيلى دوائر لثلاثة ملامسات ثابتة . ولنقل الملامسات المتحركة للمبدل من وضع تشغيلى الى آخر يلزم اخراج برغى الايقاف ٧ وتدوير رأس آلية التشغيل الى ١٢٠° .

ويثبت المبدل على غطاء خزان المحول وفى هذه الحالة يقع الجزء التلامسى باكمله تحت الغطاء واما طرف المحور مع الرأس فيبرز فوق غطاء الخزان .

ان المبدل الظاهر فى الشكل ٤٣ قد اثبت على انه جيد فى التشغيل حيث ان ملامساته العاملة محسوبة على تيارات مقدرة تبلغ ١٢٠ أمبير وتتحمل التبديلات المتكررة بدون الاخلال بعملية التنظيم .

ويستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤٤ ، أ فى العديد من المحولات ذات الاستطاعة البالغة ١٠٠٠ كيلوفلط أمبير وبفلطية ٣٥ كيلوفلط . ويوجد لهذا المبدل تصميم ملامسات بسيط ولكنه مأمون فى العمل لدرجة كافية ويرى مخطط عمل هذه الملامسات فى الشكل ٤٤ ، ب . ان المبدل مبنى على هذا النحو : يمر فى غطاء المبدل ٣ المحور ٢ من الصلب ، المثبت على طرفه العلوى

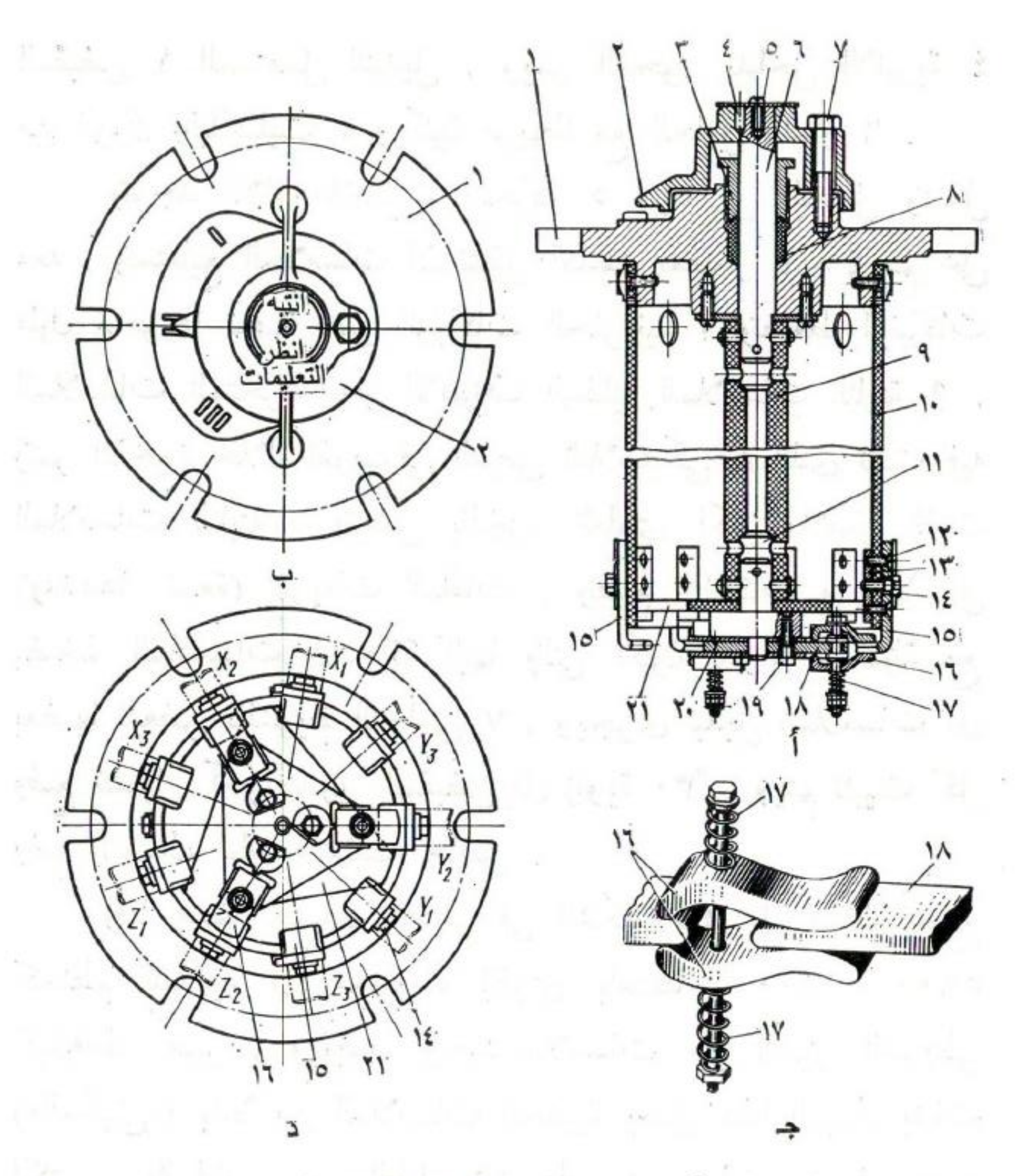
المقبض ١ المستعمل للتبديل . ويمر المحور بداخل الانبوبة ٤ من الورق والباكيليت ، ويكون مربوطا مع الحامل الدوار ٦ .

وتوجد ثلاثة ملامسات متحركة ٥ مثبتة فى الحامل وتتنقل معه . وتستطيع الملامسات ان تتنقل كذلك بمقدار ٣ ـ ٤ مم على طول محورها تحت تأثير الزنبركات الحلزونية ؛ وتضغط الزنبركات الملامسات المتحركة نحو الاطراف السفلية للملامسات الثابتة ٩ . وتمر الاخيرة خلال ثقوب فى القرص البلاستيكى ٨ الذى تثبت فيه الملامسات الثابتة . وتوصل بالجزء العلوى لكل ملامس ثابت (وعددها تسعة) تفريعات الملفات . وتقوم الزنبركات من الاسفل بضغط الملامسات المتحركة اليها والتى تكون بدورها موصولة مع بعضها البعض بالشريط النحاسى ٧ . ويجرى تبديل الملامسات الى وضع تشغيلى آخر بتدوير المقبض الى زاوية ٣٠° . ويتم تثبيت كل وضع للمبدل بواسطة مثبت خاص .

وقد حصل المبدل الظاهر فى الشكل ٤٥ على انتشار واسع كمنظم للفلطية فى محولات القوى باستطاعة ١٨٠٠ ـ ٥٦٠٠ كيلوفلط أمبير . وبفضل وجود ملامسات من الطراز الشريطى («السكينى») بدلا من الملامسات الحدبية يعمل هذا المبدل بثبات اكثر . والملامس من الطراز الشريطى هو عبارة عن شريحتين (شريطين) من النحاس مثنيتين بالتشكيل قطاعيا ومضغوطتين بالزنبركات على شريحة التلامس باحكام .

وتنتج المبدلات للعمل على فلطيات المحولات ١٠ كيلوفلط (الشكل ٤٣) و ٣٥ كيلوفلط (الشكلان ٤٤ و ٤٥) .

ويستخدم المبدل الظاهر فى الشكل ٤٥ ، أ ـ د للتحكم فى فلطية المحولات من الحجم الثالث وللملفات ذات التحكم ثلاثى




الشكل ٤٥ . مبدل ثلاثى الاطوار :

أ — مقطع ، ب — منظر من الاعلى ، جـ — تركيبة الملامس ، د — مخطط عمل الملامسات

المراحل وبتفريعات قرب المحايد . ويتكون المبدل من عمود المحور ٦ من الصلب محكم التثبيت بالمسيكة ٨ والصمولة ٣ ، والمار خلال الغطاء المعدنى المسيكى ١ والذى يثبت بواسطته المبدل

على غطاء المحول . ويكون الرأس ٢ مع المقابض والمؤشر الذى يدل على رقم مرحلة التحكم راكبا على الفرزات فى الجزء الطرفى للعمود ومثبتا بمسمار الوصلة ٤ .

وتوجد فى الجزء العلوى للرأس وردة مستديرة بكتابة تحذير «انتبه ! انظر التعليمات» مثبتة بالبرغى ٥ وكذلك البرغى ٧ الذى يثبت المرحلة التشغيلية للفلطية . وعندما يكون البرغى مشدودا يجب ان يدل مؤشر الرأس على احدى المراحل المعلمة على الغطاء بالارقام الرومانية I و II و III . ويكون الطرف السفلى للعمود من الصلب موصولا بثبات محكم مع العمود العازل ٩ المجهز من انبوبة من الورق والباكيليت السميك والتى تستخدم لعزل الملامسات المتحركة كهربائيا عن غطاء المبدل ولنقل حركة الدوران من العمود العلوى الناقل للحركة الى العمود السفلى ١١ ومن ثم الى الملامسات المتحركة . وتكون شريحة التلامس ١٨ والمقاود ٢٠ مثبتة باحكام (بواسطة قطع ثانوية وبراغى ١٩) على الجزء الطرفى للعمود ١١ . وهناك ٣ ازواج من الملامسات المتحركة ١٦ من الطراز الشريطى مركبة على الشرائح ١٨ ومشدودة اليها بالزنبركات ١٧ . وتشكل الملامسات المتحركة وحدة متكاملة مع شريحة التلامس وهى تشكل وصلة على هيئة نجمة . وتقوم بتكوين نظام الملامسات الثابتة تسع شرائح من النحاس ١٥ موزعة بالتساوى على محيط الاسطوانة ١٠ من الورق والباكيليت ومثبتة عليها بالبراغى ١٢ والشرائح ١٣ .

واما الاسطوانة ١٠ من الورق والباكيليت والمثبتة على الغطاء ١ بالبراغى فهى عبارة عن عنصر حامل وعازل كهربائى فى آن واحد للملامسات الثابتة . وتستخدم اللوحة ٢١ من الجيتيناكس كقاعدة للمبدل وقطعة لمركزة عمود ناقل الحركة . وتوصل تفريعات التحكم

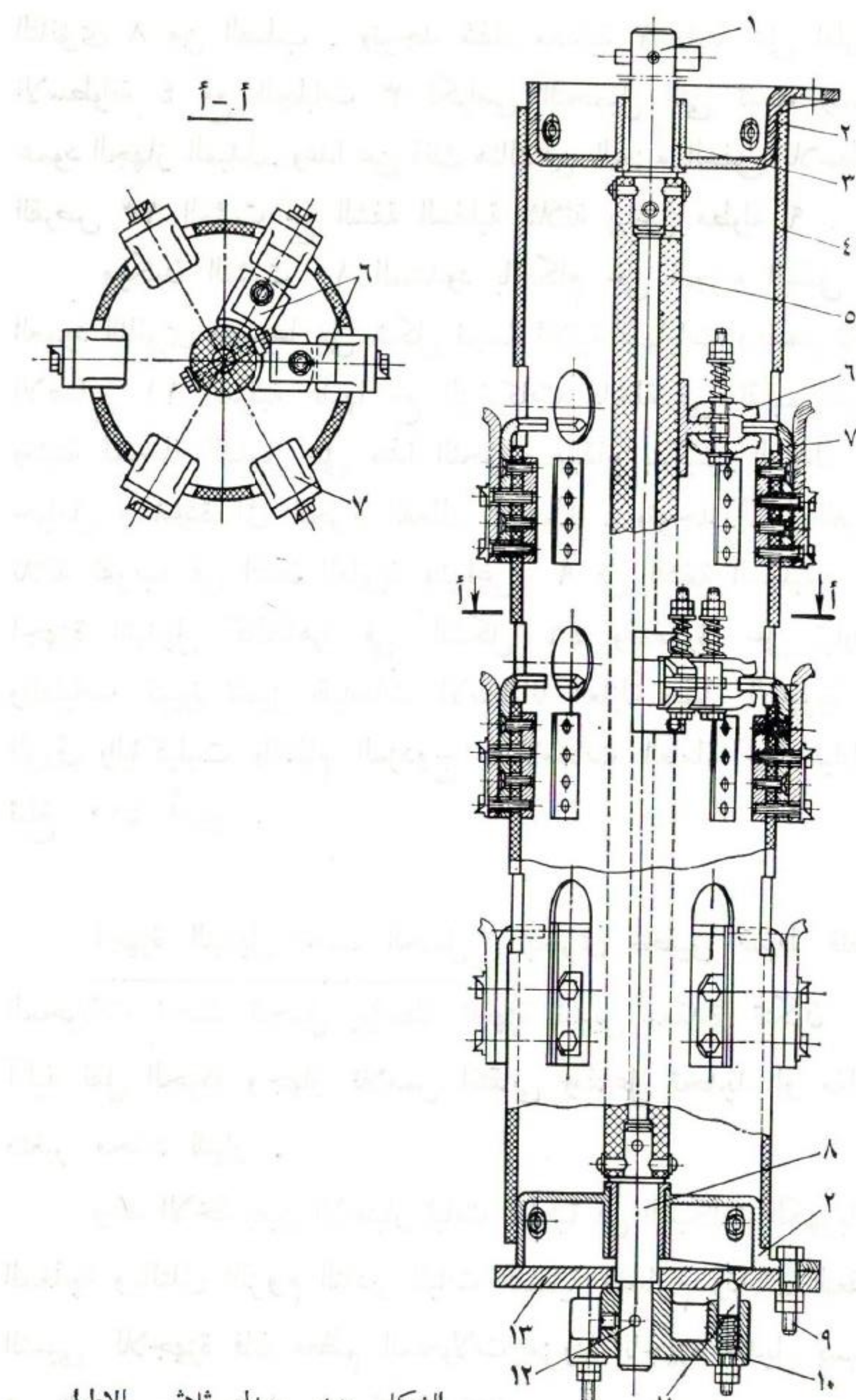
للملفات بالملامسات الثابتة بالبراغى ١٤ حسب الرموز الظاهرة فى الشكل ٤٥ ، د .

ويجرى التحكم فى الفلطية بواسطة المبدل على النحو التالى : يفصل المحول كليا عن الشبكات ويفك البرغى ٧ من الرأس ومن ثم وبادارة مقبض آلية الحركة فى الاتجاه اللازم يقام بوضع نظام التلامس فى الوضع المطلوب الذى يشير اليه مؤشر الرأس وبعد ذلك يشد البرغى فى الثقب المقلوظ وبعد التأكد من صحة عمليات التبديل المنفذة يوصل المحول بالفلطية والحمل .

والمبدل الظاهر فى الشكل ٤٦ ينتج ببضعة تصاميم مختلفة . وتبعا لكمية التفريعات وقوة التيار وصنف الفلطية توجد للمبدلات تسميات نمطية تعنى عدد التفريعات التى يمكن توصيلها بالمبدل ، والتيار المقدر الذى تحسب عليه ملامسات المبدل ، والفلطية المقدرة التى يحسب عليها عازل المبدل .

وتوجد التركيبة التالية لهذا المبدل الظاهر فى الشكل ٤٦ والعامل على فلطية قدرها ١٠ كيلوفلط . تكون الملامسات الثابتة ٧ (ستة لكل طور) مثبتة على ثلاثة مستويات بداخل الاسطوانة ٤ من الورق والباكيليت . ويمر بداخل الاسطوانة عمود عازل هو عبارة عن الانبوبة ٥ من الورق والباكيليت والحاملة للملامسات المتحركة ٦ التى تغلق الدائرة فى آن واحد مع زوج واحد من الملامسات الثابتة فى كل طور (على كل مستوى) . وتكون اطراف السحب التحكمية للملف موصولة بالملامسات الثابتة من خارج الاسطوانة . وتشاهد تركيبة الملامسات المتحركة فى الشكل ٤٦ .

ان الطرف العلوى للانبوبة من الورق والباكيليت موصول مع العمود الاساسى ١ من الصلب واما الطرف السفلى فموصول مع العمود



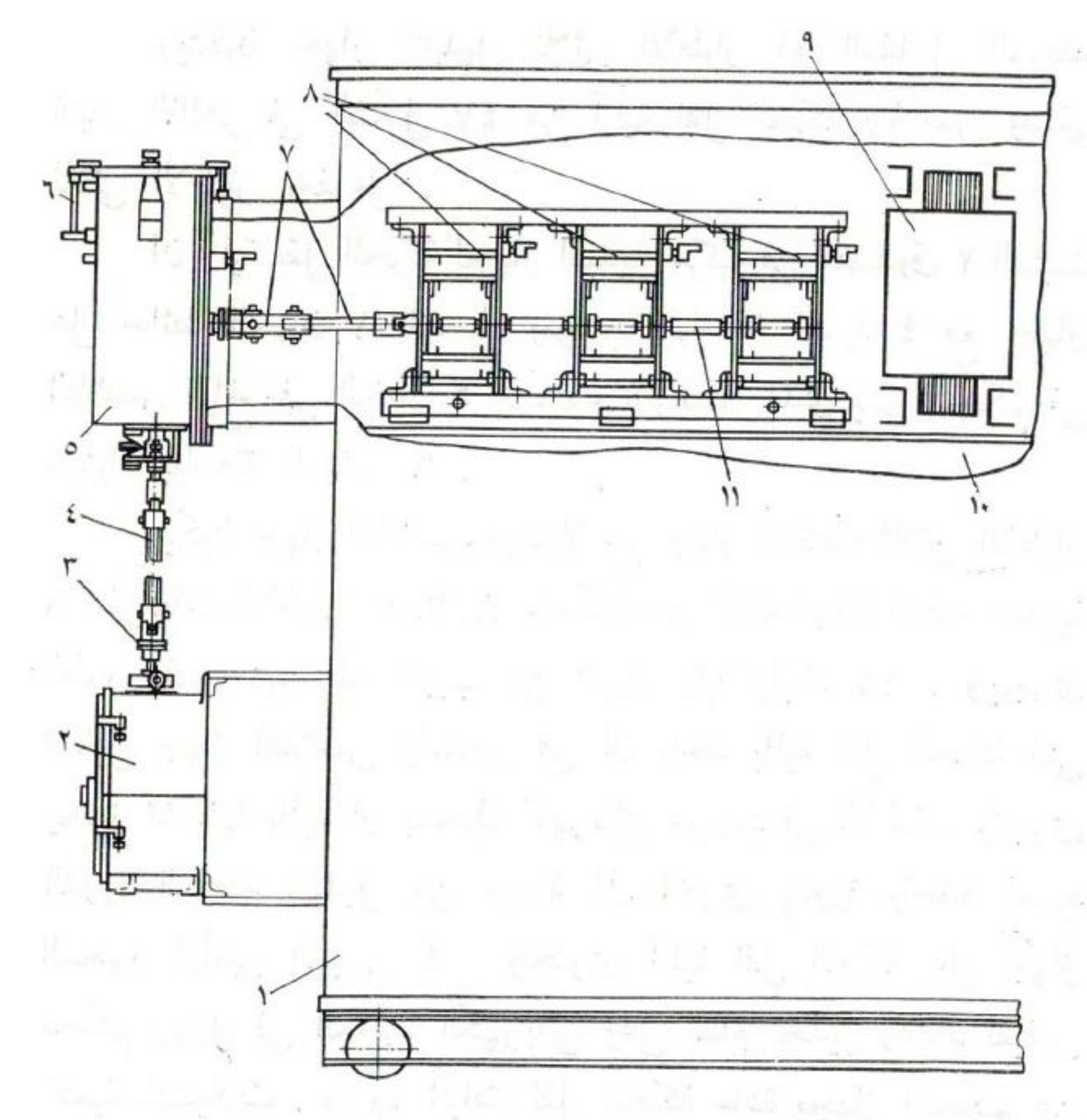

الشكل ٤٦. مبدل ثلاثي الاطوار

الثانوى ٨ من الصلب . وتوجد شفاه معدنية ٢ مثبتة على اطراف الاسطوانة ٤ مع الجلبات ٣ لكراسى التحميل التى تسند وتمركز عمود الجهاز المبدل. وعدا عن ذلك هناك فى الجزء السفلى للاسطوانة القرص ١٣ المثبت مع الشفة السفلية بثلاثة براغى مطولة ٩ .

ويكون المثبت ١٠ المشدود باحكام على الجزء السفلى من العمود الثانوى مصنوعا على شكل نجمة ثلاثية النهايات وبقمم تكون الاصابع ١١ المركبة عليها مع الزنبركات داخلة فى ثقب القرص ومثبتة لمرحلة التبديل على هذا النحو . ويقام بتركيب المبدل على حوامل مشدودة الى الجزء الفعال للمحول . وتوجد لهذا الغرض ثلاثة ثقوب فى الشفة العلوية والبراغى ٩ فى الشفة السفلية . ان اجهزة التبديل كالظاهرة فى الشكل ٤٦ والمقدرة على تيارات وفلطيات كبيرة تتميز بقياسات الاسطوانة العازلة وطول الانبوبة من الورق والباكيليت والنظام المزدوج للملامسات العاملة على تيارات تبلغ ٤٠٠ أمبير .

اجهزة التبديل تحت الحمل . يجرى تحقيق ضبط فلطية المحولات تحت الحمل بواسطة اجهزة تبديل معقدة تتكون من آلية نقل الحركة وجهاز تلامس انتقائى ومفاعل تحديد او مقاوم متغير محدد للتيار .

وعند الاخذ بعين الاعتبار ثبات الفلطية فى الشبكات الكهربائية المغذية وبالتالى اللزوم النادر لثبات الفلطية الصارم وكذلك التعقيد النسبى للاجهزة فان معظم المحولات مزودة باجهزة تبديل بسيطة فى التصميم وامينة لدرجة كافية كالتى جرى استعراضها سابقا .




الشكل ٤٧. توزيع اجزاء جهاز التبديل بداخل المحول وعلى خزانه:
١ — خزان المحول ، ٢ — صندوق مع آلية نقل الحركة ، ٣ — قارنة وصل العمود الرأسى ، ٤ — العمود الرأسى ، ٥ — خزان جهاز التلامس ، ٦ — مؤشر مستوى الزيت فى خزان جهاز التلامس ، ٧ — اعمدة المحاور الافقية لآلية نقل الحركة ، ٨ — اجهزة انتقاء لتفريعات الاطوار A, B, C ، ٩ — مفاعل ، ١٠ — عارضة النير ، ١١ — انبوبة من الورق و الباكيليت

ولذا يورد ادناه وصف مختصر فقط للعناصر الداخلة فى اجهزة الضبط تحت الحمل ولطرق وضعها فى المحولات .

ويوجد تصميمان لاجهزة الضبط تحت الحمل : بمفاعل محدد للتيار وبمقاومات متغيرة فعالة محددة للتيار .

ويتكون جهاز التبديل ثلاثى الاطوار ذو المفاعل المحدد للتيار الظاهر فى الشكل ٤٧ من آلية نقل الحركة وملامس ومنتقى ثلاثى الاطوار ومفاعل .

ان آلية نقل الحركة لجهاز التبديل مركبة فى الصندوق ٢ المثبت على حائط الخزان ١ للمحول وموصولة بواسطة العمود ٤ مع جهاز التلامس الواقع فى الخزان ٥ المملوء بالزيت الذى يتم التحكم فى مستواه بواسطة المؤشر ٦ .

ويكون جهاز التلامس موصولا مع جهاز الانتقاء ثلاثى الاطوار ٨ لتفريعات الاطوار A, B, C والمكون من ثلاثة اجهزة انتقاء احادية الطور مفصلة بواسطة انابيب من الورق والباكيليت ١١ . ويجرى تشغيل جهاز التلامس والمنتقى فى آن واحد بآلية نقل الحركة التى يجوز تشغيلها باليد او بمحرك كهربائى موجود فى الآلية . وتجرى الدورة الكاملة للتبديل من مرحلة الى اخرى بدورة واحدة لعمود المحور الرأسى الرئيسى ٤ . وتحتوى آلية نقل الحركة على جهاز تحكم زرارى فى المحرك الكهربائى وعلى نظام تحذير وعداد لقياس كمية التبديلات . وتزود آليات نقل الحركة عادة بجهاز التحكم عن بعد (ريموت كونترول) .

وتزود اجهزة الانتقاء بملامسات يجرى عملها بدون انقطاع فى شبكة التيار ولذا فانها لا تتشيط .

ولا يسبب عمل الملامسات هذا نشوء القوس الكهربائى القادر على تفسيخ الزيت بل يسمح بتركيب جهاز الانتقاء على عارضة نير الموصل المغناطيسى بداخل المحول . ويكون جهاز التلامس مركبا فى خزان مستقل بداخله زيت لا يتصل مع الزيت المغمور فيه الجزء الفعال للمحول . ويعود سبب تركيب جهاز التلامس فى هذا

الوضع الى ان عمل ملامساته مرتبط بالانقطاع فى الشبكة الكهربائية ، ويرافقه نشوء القوس الكهربائى الذى يفسخ ويوسخ الزيت .

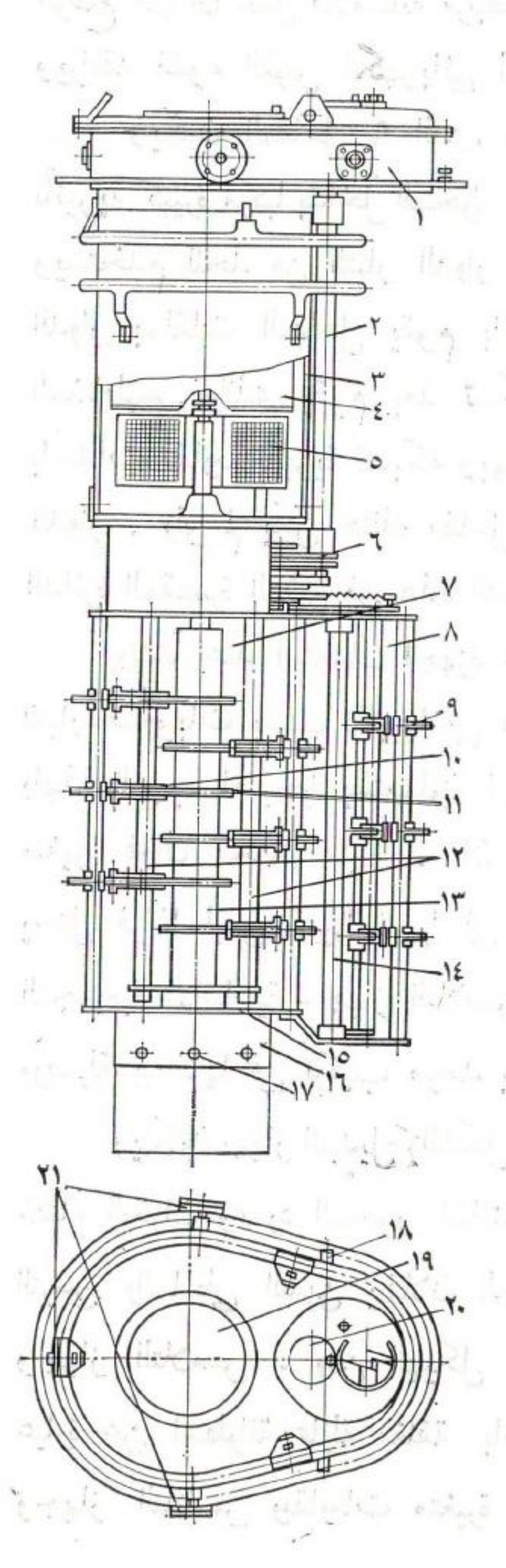
ويكون المفاعل ٩ الذى هو عبارة عن وشيعة ذات مقاومة تأثيرية كبيرة مركبا بداخل المحول على عارضة نير الموصل المغناطيسى ويستخدم للحد من التيار الدوار المار بملفاته . وعندما يمر التيار الدوار بملفات المفاعل يقوم باثارة التيار المغناطيسى فى موصله المغناطيسى والذى يقوم بعد تشكيله لقوة دافعة كهربائية مضادة باحداث مقاومة تأثيرية للشبكة وبهذا بالذات يقوم بالحد من التيار الدوار . ولو لم يكن هناك مفاعل لحدثت دائرة مغلقة ولكان تيار الدائرة المقصرة الناشئ فى هذه الدائرة مسببا لاحتراق لفات المرحلة .

وتنشأ عند استعمال اجهزة التبديل ذات المفاعلات المحددة للتيار صعوبات بسبب تركيبها فى مكان ضيق داخل خزان المحول . ولهذا السبب اصبحوا يستعملون اجهزة تبديل سريعة العمل بمقاوم متغير فعال محدد للتيار . ان هذا الجهاز من الطراز الغاطس يحتل فراغا ليس كبيرا نسبيا فى خزان المحول وذلك لان وحداته التجميعية الاساسية ـ جهاز التلامس وجهاز الانتقاء ثلاثى الاطوار ـ موصولة ببعضها فى تركيب موحد يقع رأسيا .

ويتكون جهاز التبديل (الشكل ٤٨) من شفة حاملة ١ مثبتة على غطاء الخزان وعمود المحور القائد ٢ المربوط بنظامى نقل الحركة الترسى والمالطى اللذين ينقلان الحركة الى اعمدة محاور المنتقى وجهاز التلامس ، ومن الهيكل ٣ لجهاز التلامس ٤ الذى هو عبارة عن اسطوانة عازلة مغلقة باحكام مبنية بداخلها آلية التبديل وجهاز التلامس ومقاومات متغيرة فعالة ٥ ، ومن الشفة العلوية ٦

الموضوعة فيها مجموعة نقل حركة من التروس ومن الطراز المالطى وهى تابعة لجهاز الانتقاء ٧ .

وجهاز الانتقاء هو عبارة عن قفص اسطوانى مكون من قدد من الجيتيناكس تكون مثبتة عليها الملامسات النحاسية (الثابتة) ٩ . ولكل صف من الملامسات الثابتة ملامس متحرك واحد ١٠ . ويجرى تحريك



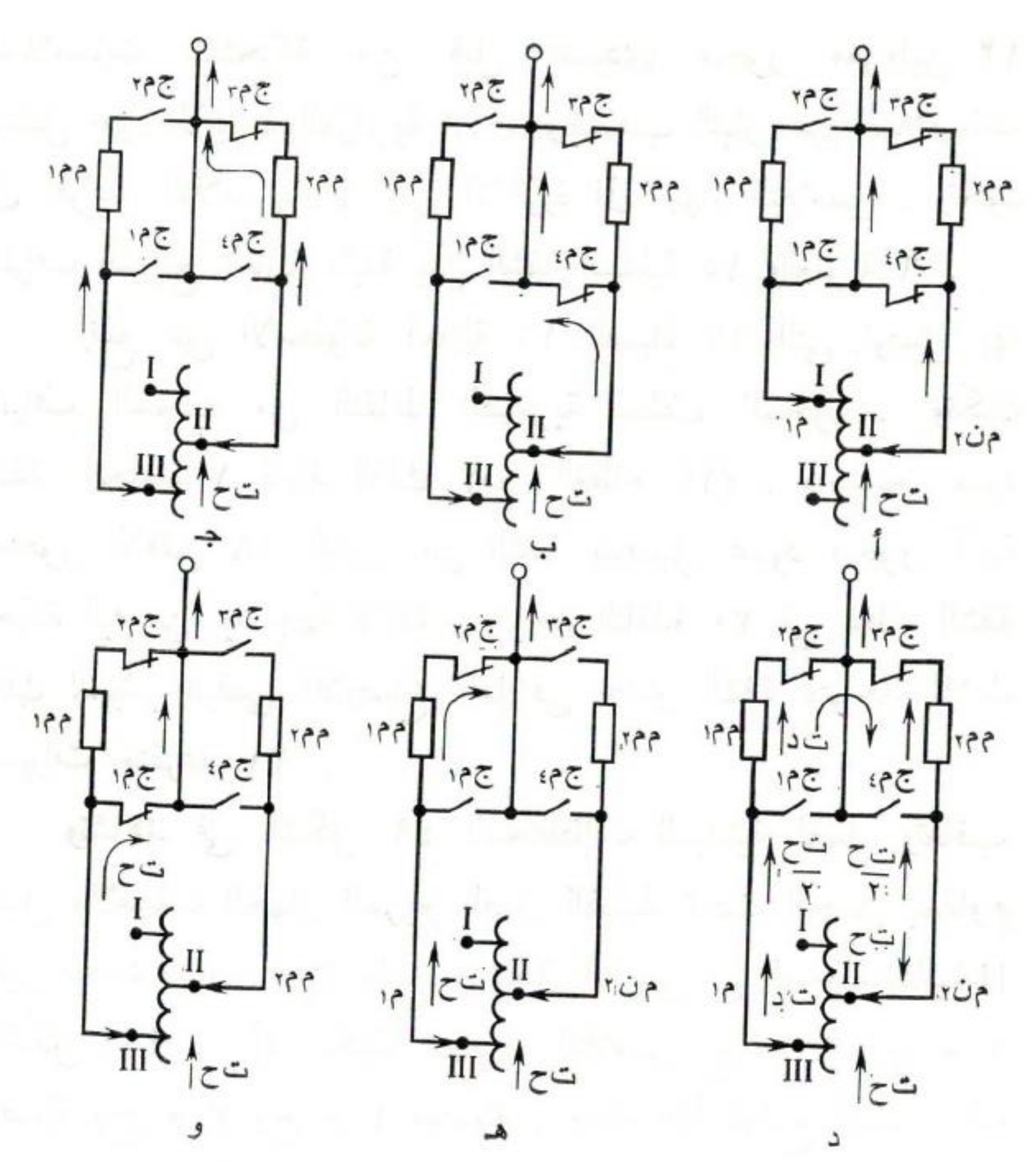

الشكل ٤٨ . جهاز تبديل بمقاوم متغير فعال محدد للتيار :

١ و ٦ و ١٥ – شفاه حاملة وعلوية وسفلية ، ٢ و١٢ و ١٤ و ١٨ – اعمدة محاور : قائد وعازل وللتدوير وافقى ، ٣ – هيكل جهاز التلامس ، ٤ – جهاز التلامس ، ٥ – مقاوم متغير فعال ، ٧ – جهاز انتقاء ، ٨ – جهاز انتقاء مسبق ، ٩ و ١٠ – ملامسان ثابت ومتحرك ، ١١ – قرص تلامسى ، ١٣ – انبوبة مركزية ، ١٦ – اسطوانة عازلة ، ١٧ – صبلمة ، ١٩ – غطاء ، ٢٠ – نافذة ، ٢١ – ماسورة متفرعة

الملامسات المتحركة من قبل عمودى محور معزولين ١٢ وتتنقل حول الانبوبة المركزية ١٣ ، ويسحب التيار عن الملامسات الى اقراص التلامس ١١ ومن الاخيرة الى جهاز التلامس . وتكون اطراف الشرائح العازلة مثبتة بين الشفة السفلية ١٥ والعلوية ٦ .

وتقع على الاسطوانة العازلة ١٦ الصبالم ١٧ التى توصل بها اطراف السحب من النقاط الصفرية لملف المحول . وتكون الشفة الحاملة ١ قابلة للفك (مع الغطاء ١٩) . ويسمح عمود المحور الافقى ١٨ البارز من الشفة بتوصيل عمود محور آلية الحركة اليه من اية جهة للشفة . وتوجد النافذة ٢٠ فى غطاء الشفة وذلك للمؤشر الرقمى للاوضاع واما فى جدار الشفة فتوجد ثلاث ماسورات متفرعة ٢١ .

وتشاهد فى الشكل ٤٩ المخططات المبدئية لعمل وتعاقب تبديل ملامسات الجهاز السريع العمل للضبط تحت الحمل بمقاوم متغير محدد للتيار . وعند وضع التشغيل الطبيعى فى المرحلة الثانية II (الشكل ٤٩ ، أ) تكون اجهزة التلامس ج م ١ وج م ٢ مفصولة وج م ٣ وج م ٤ موصولة . وعند هذا الوضع المشار اليه لاجهزة التلامس تكون مقاومة المقاوم المتغير م م ٢ موصولة بالتوازى وتيار الحمل تـح مارا خلال مفتاح الفصل م ف ٢ وجهاز التلامس ج م ٤ ومنه بالشبكة الى المحايد او الخط . وفى هذه الحالة يكون المنتقى م ١ للمراحل الفردية مفصولا عن التيار ويكون بانتظار الأوامر من آلية نقل الحركة لانتقاء المرحلة الاولى I او الثالثة III . واذا لزم الانتقال من المرحلة الثانية II الى المرحلة الثالثة III تدار آلية نقل الحركة باتجاه تضخم رقم المرحلة . وفى اللحظة الاولى لعمل آلية نقل الحركة ينتقل المنتقى م ١ الى المرحلة الثالثة III




الشكل ٤٩ . مخططات مبدئية العمل وتعاقب تبديل ملامسات جهاز الضبط تحت الحمل بمقاومات متغيرة فعالة :

أ ــ و ــ دورة كاملة للتبديل من مرحلة الى اخرى

(الشكل ٤٩ ، ب) . ومن ثم يبدأ جهاز التلامس بالعمل : ينفصل ملامس ج م ٤ (الشكل ٤٩ ، ج) ويمر تيار الحمل عبر المقاوم المتغير م م ٢ . وبعد ذلك تتصل ملامسات ج م ٢ (الشكل ٤٩ ، د) ويتكون وضع «القنطرة» ، ويمر تيار الحمل عبر المقاومات المتغيرة م م ١ و م م ٢ . وعدا عن ذلك ينشأ فى الدائرة التيار الدوار ت د .

9*

ومن ثم ينفصل ملامس ج م ٣ (الشكل ٤٩ ، ه) ويمر تيار الحمل عبر المقاوم المتغير م م ١ كذلك كما فى الشكل ٤٩ ، ج . وبعد ذلك تتصل ملامسات ج م ١ والمقاوم المتغير م م ١ يصبح موصولا على التوازى وتنتهى دورة التبديل هنا — والمحول يعمل فى المرحلة الثالثة III للفلطية (الشكل ٤٩ ، و) . واما ترتيب عمل المنتقى واجهزة التلامس عند التبديل الى المرحلة التالية فهو مماثل لما ذكر .

وتطول دورة التبديل فى المبدلات ذات المقاوم المتغير الفعال الى اجزاء مئوية من الثانية (اى عمليا فى لمح البصر) . وتوجد للاجهزة ذات المقاومات المتغيرة المحددة للتيار الفعالة بالمقارنة مع الاجهزة ذات المفاعلات المحددة للتيار عدة ميزات : التراص وسهولة التركيب نتيجة لاستبدال المفاعل الضخم بمقاومات متغيرة محددة للتيار غير كبيرة (بقياساتها) ؛ العمل المستمر للاجهزة (فى حالة انقطاع التغذية بالكهرباء للمحرك الكهربائى ذى التشغيل بالموتور يمكن تحقيق التحكم بآلية نقل حركة زنبركى) .

غير انه تكون الاجهزة ذات المقاومات المتغيرة الفعالة اكثر تعقيدا ، من الناحية التصميمية من اجهزة التبديل ذات المفاعلات . ولتأمين السرعة الكبرى فى الأداء يتطلب الامان والدقة فى الصنع وكذلك النوعية العالية للمواد والآليات المستعملة . ويتطلب تعاقب تبديل النظام التلامسى اثناء السرعات الكبرى منتهى الدقة فى الضبط والفحص بواسطة مرسمة التذبذبات .

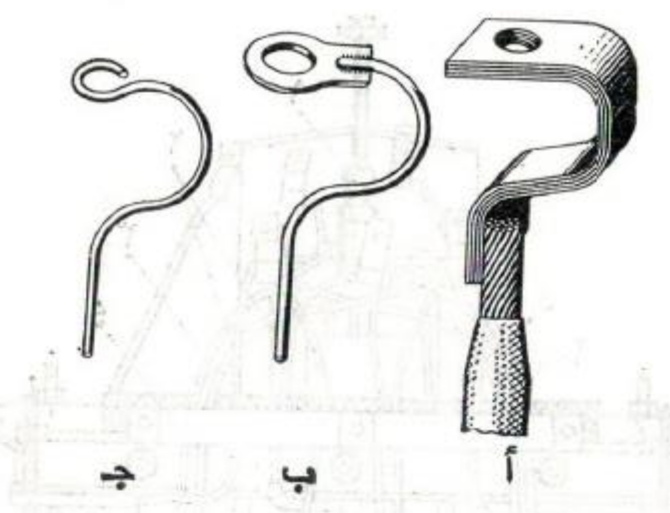
## البند ٢١ . اطراف السحب والادخال

تدعى باطراف السحب الموصلات الكهربائية التى تستخدم لتوصيل ملفات المحولات مع اطراف الادخال والمبدلات . وتدعى

اطراف السحب المستعملة لتوصيل الملف مع اطراف الادخال بالخطية او الرئيسية واما التى توصل الملفات مع المبدلات فتدعى بالضابطة. وتستعمل اسياخ مستديرة المقطع وقضبان مستطيلة المقطع واسلاك متعددة العروق من النحاس والالومنيوم كموصلات تيار لاطراف السحب .

وقد تكون اطراف السحب بلا عازل او معزولة بورق كابلات او بانبوبة من الورق والباكيليت . وتستعمل موصلات التيار بلا عازل فى المحولات ذات الاحجام من الاول الى الثالث I — III عند فلطية تبلغ ٦٩٠ فلط . واما المعزولة بالورق او بالورق والباكيليت فتستعمل عند فلطية تبلغ ٦ — ٣٥ كيلوفلط . ويستعمل السلك المعزول بالورق عادة عندما يكون قطر طرف السحب بالغا ٥,٢ مم . وعندما يكون القطر اكبر يقام بانجاز طرف السحب اما بدون عازل قطعيا واما معزولا بانبوبة من الورق والباكيليت . ان وجود العازل على اطراف السحب يسمح بتقليص فسحات العزل والتى من اهمها المسافات الواقعة من اطراف السحب الخطية وحتى اقرب جزء مؤرض ، ومن اطراف السحب الضابطة والمبدلات وحتى الاجزاء المؤرضة . وعند استعمال اطراف سحب غير معزولة فى محولات تعمل على فلطيات ٦ — ٣٥ كيلوفلط من الضرورة المحافظة على مسافات عازلة كبيرة ، وبالعكس فعند استعمال اطراف سحب معزولة يمكن تقليص الفسحات العازلة الى حد كبير بين اطراف السحب وكذلك بين الاخيرة والاجزاء المؤرضة وعند العزل المكثف يمكن تقليصها الى ادنى الابعاد .

وتستعمل فى المحولات ذات الاحجام I و II على الاغلب اطراف سحب من موصل تيار مستدير المقطع واما فى ذات الحجم

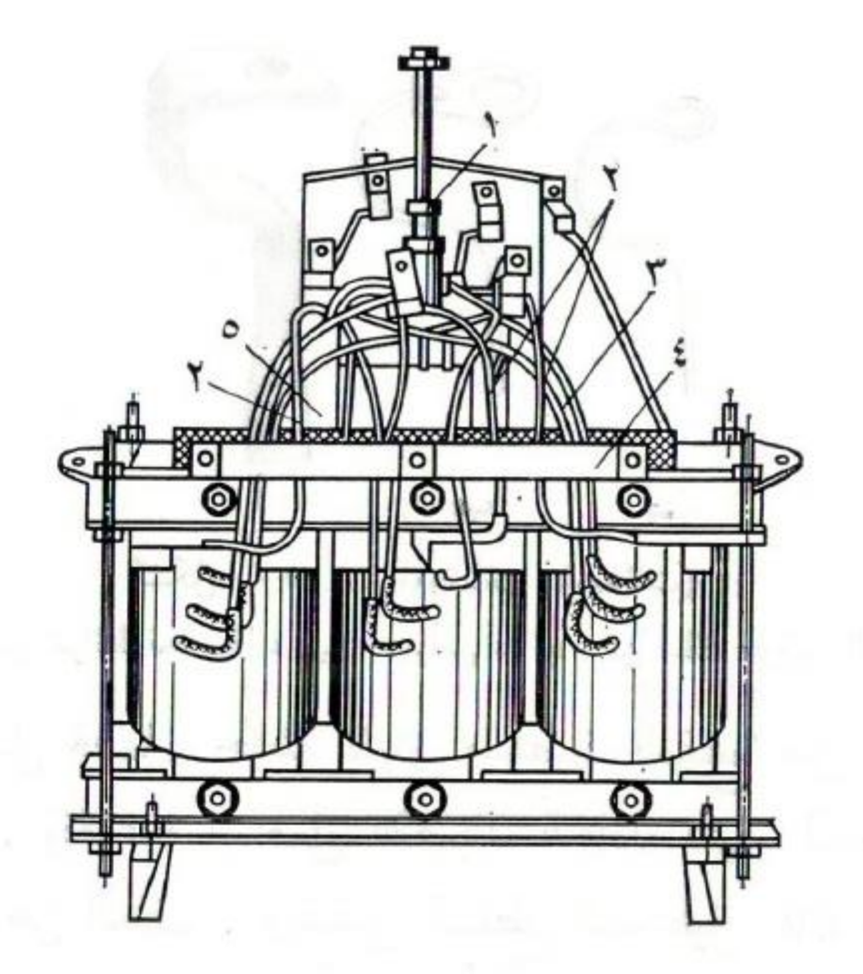



الشكل ٥٠ . معوضات (مهدئات) :
أ – من شرائط نحاسية ، ب – برأس ، جـ – من سلك طرف السحب

III فتستعمل قضبان حاملة للتيار مستطيلة المقطع من النحاس او الالومنيوم . وكقاعدة تستعمل القضبان الحاملة للتيار لسحب الفلطية المنخفضة عن الملف . وبفضل المقطع المستطيل فان سطح تبريد القضيب اكبر من سطح سلك مستدير مساو له فى مساحة المقطع . وتوصل أطراف السحب من جهة مع الملفات باللحام القصديرى ومن الجهة الاخرى بملامسات المبدل وصبالم اطراف ادخال المحول الممررة للتيار .

ولتوصيل اطراف السحب من سلك مستدير المقطع يقام مسبقا بثنى قطاع غير كبير منه على شكل انشوطة مرنة تدعى بالمعوض او بالمهدئ . وينجز المعوض من القضيب مستطيل المقطع والموصول الى طرف ادخال المحول من شرائط نحاسية . ويستخدم المعوض (الشكل ٥٠ ، أ – ج) لتعويض انحرافات الخزانات فى الارتفاع واطراف السحب فى الطول وكذلك لوقاية اطراف السحب من التشوه والانقطاعات عند نقل المحولات .

وتثبت اطراف السحب بشرائح من خشب الزان المثبتة على عوارض انيار الموصل المغناطيسى . ويشاهد فى الشكلين ٥١ و ٥٢

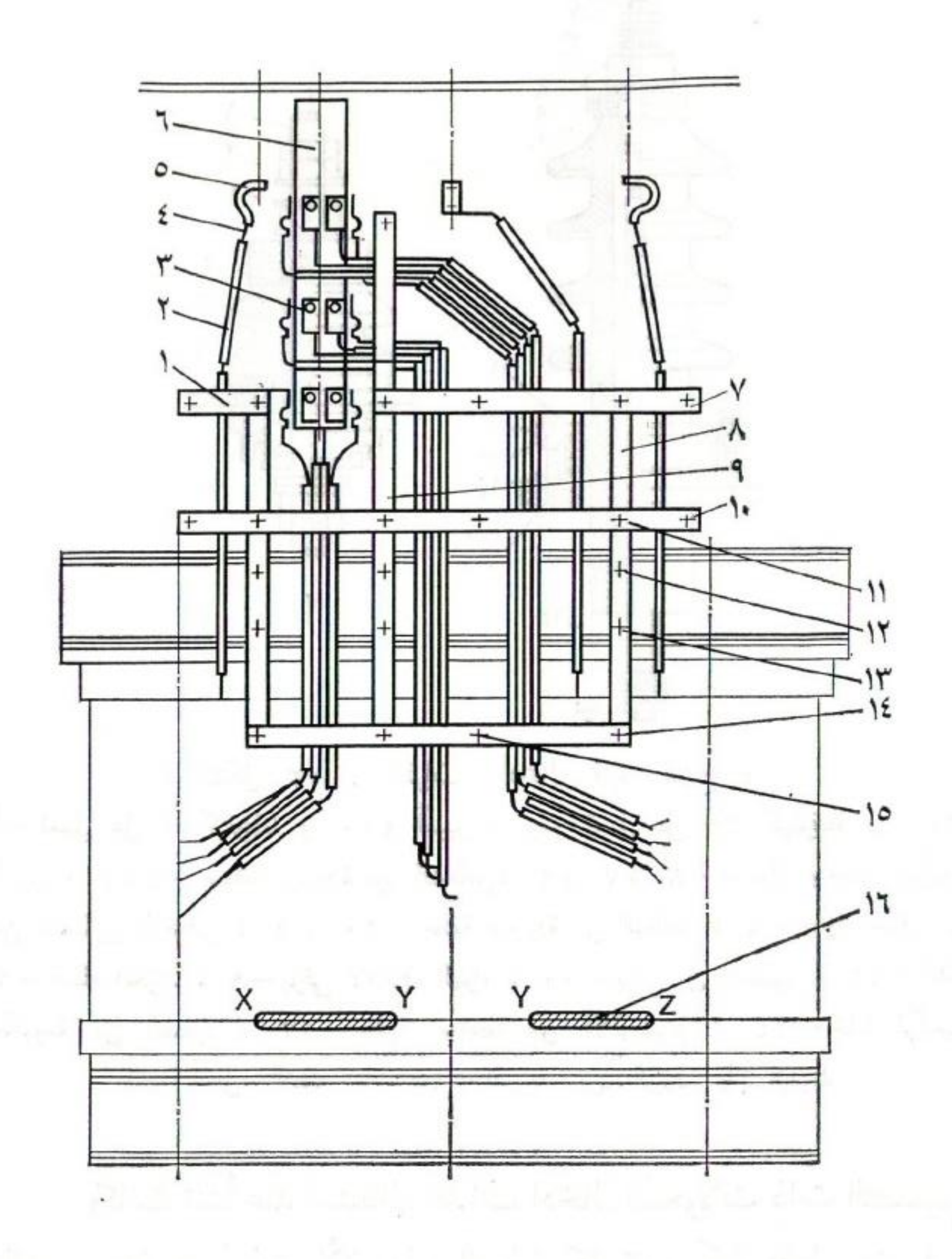



الشكل ٥١ . تثبيت اطراف سحب ملف المحولات ذات الحجم I :
١ – مبدل التفريعات، ٢ – اطراف السحب الذاهبة الى اطراف الادخال A, B, C ،
٣ – تفريعات ضبط للملفات ، ٤ – شريحة من خشب الزان مثبتة لاطراف سحب الفلطية العالية، ٥ – رزة (حاملة) من الصلب لتثبيت المبدل

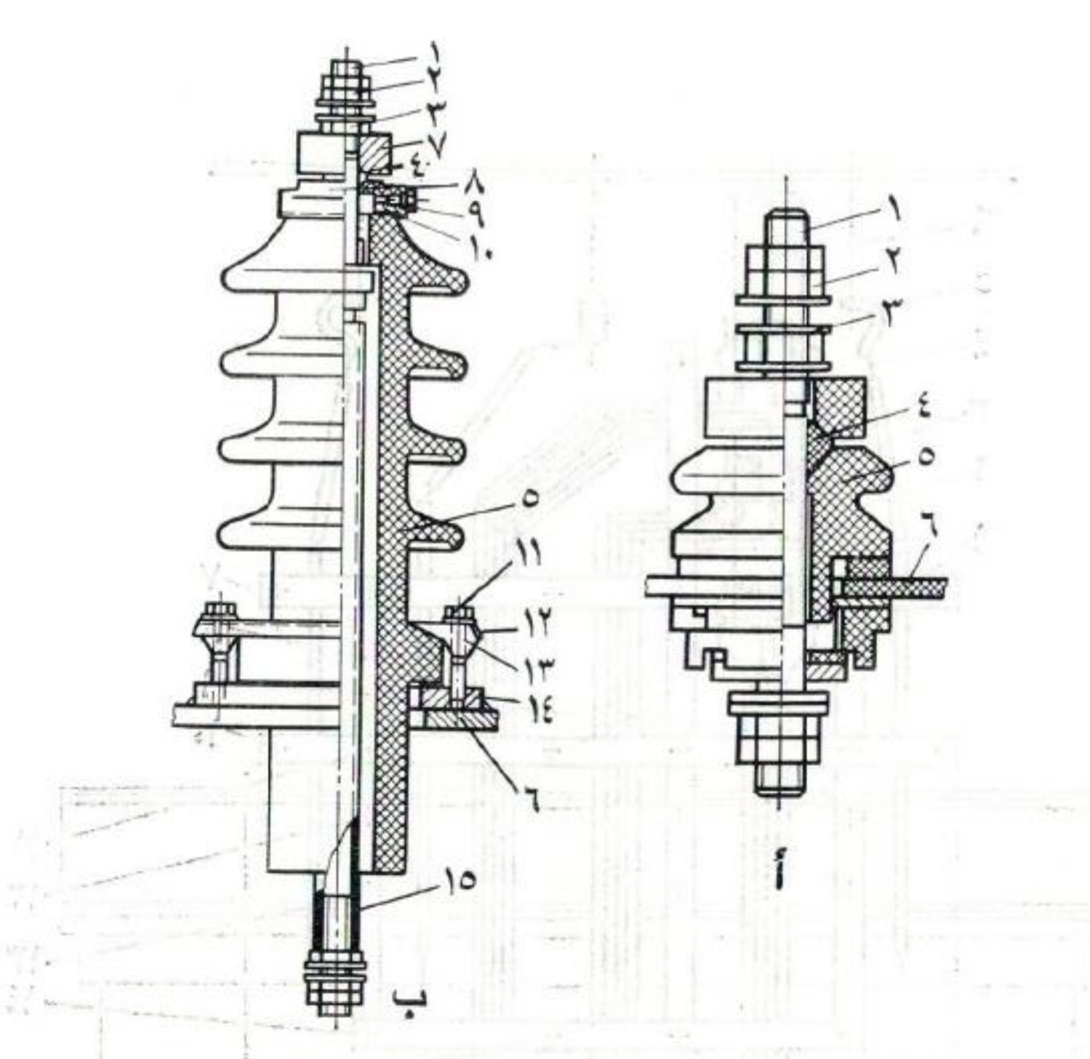
تثبيت اطراف سحب ملفات المحولات ذات الاحجام I و III .

ويتكون طرف الادخال من عنصر خزفي يمر بداخله قضيب مستدير المقطع نافذ ممرر للتيار من النحاس (صبلمة) بقلوظة على اطرافه تستخدم لتوصيل طرف سحب الملف بطرفه السفلي واما بطرفه العلوي فتوصل اسلاك او قضبان الشبكة الكهربائية الخارجية .

وتعتمد مقاسات واشكال العناصر الخزفية لاطراف الادخال على تخصيص المحول (للتركيب الداخلي او الخارجي) وعلى الفلطية: فكلما كانت فلطية المحول عالية كلما كانت المقاسات اكبر واضلاع العنصر الخزفي لطرف الادخال مكبرة اكثر . واما مقطع الصبلمة الحاملة للتيار فيعتمد على قوة التيار .




الشكل ٥٢ . تثبيت اطراف سحب ملف المحولات ذات الحجم III :
١ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ – شرائح من خشب الزان، ٢ – انبوبة من الورق والباكيليت، ٣ – معوض تفريعات الضبط ، ٤ – سلك ، ٥ – معوض اطراف سحب خطية ، ٦ – مبدل التفريعات ، ١١ و ١٢ و ١٣ – وردات وصمولة وبرغى تثبيت من الصلب ، ١٤ و ١٥ – صبالم من خشب الزان ، ١٦ – وصلة ما بين طورية




الشكل ٥٣ . اطراف ادخال قابلة للنزع :
أ – تعمل على ١ كيلوفلط و ٤٠٠ أمبير ، ب – تعمل على ٣٥ كيلوفلط و ٦٠٠ أمبير ؛ ١ و٣ – صبلمة ووردة من النحاس، ٢ و ٧ و ٨ – صمولة وجلبة ورأس من النحاس الاصفر ، ٤ و ١٠ – حلقة ووردة من المطاط ، ٥ – عازل خزفي ، ٦ – غطاء الخزان ، ٩ – برغي لاطلاق الهواء ، ١١ – برغي من الصلب ، ١٢ – شفة مكبوسة من الصلب ، ١٣ – حدبة ضاغطة من الالومنيوم ، ١٤ – شفة تركيب ملحومة على الغطاء ، ١٥ – انبوبة من الورق والباكيليت

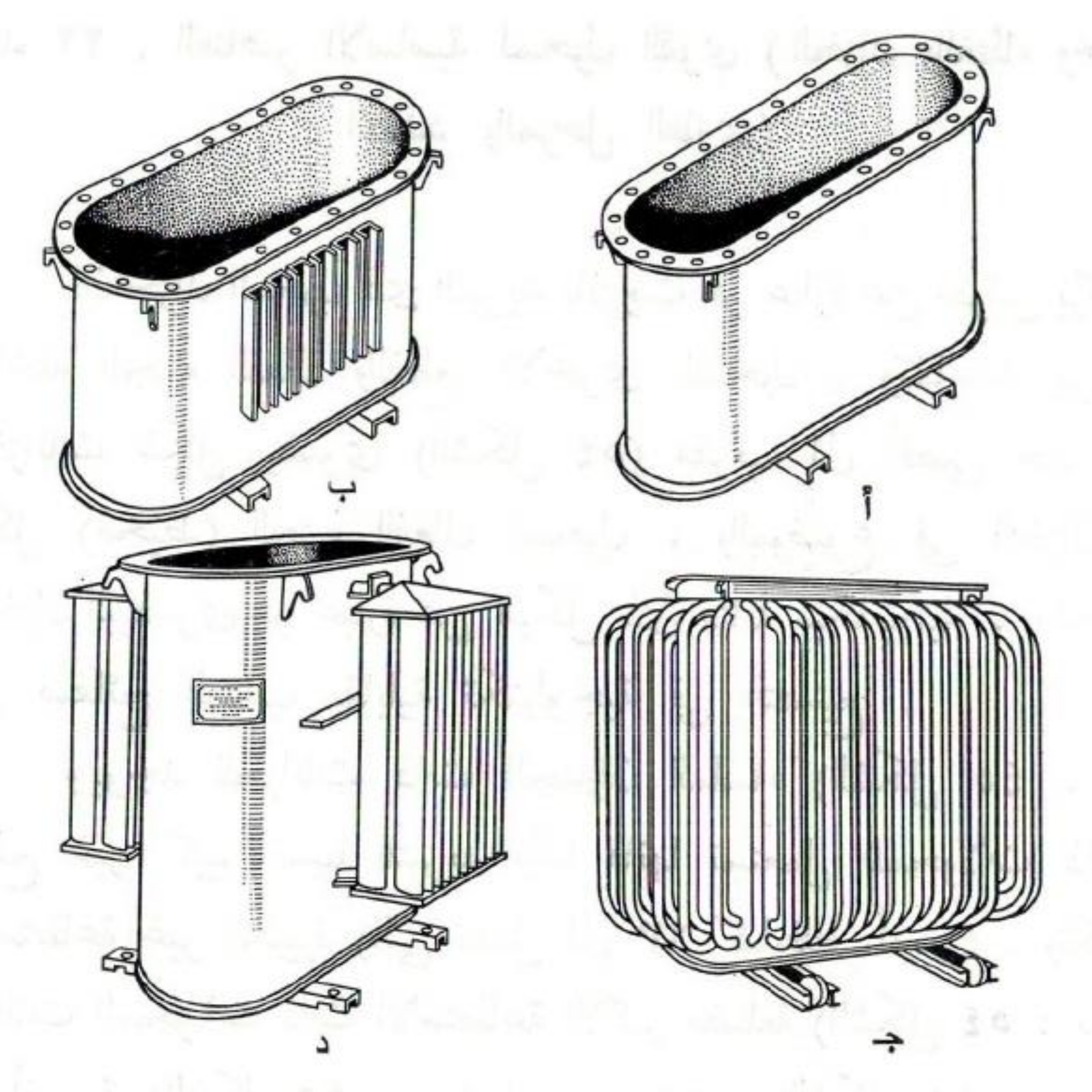
وكانت تنشأ عند استبدال اطراف ادخال المحولات ذات التصميم القديم عدة صعوبات لأن هذه العملية كانت ممكنة فقط بعد رفع غطاء المحول . وتستعمل في المحولات العصرية اطراف ادخال قابلة للنزع وبمختلف التصميمات ، يشاهد منها في الشكل ٥٣ ، أ و ب اثنان يعملان على فلطيات ١ و ٣٥ كيلوفلط .

## البند ٢٢ . العناصر الاساسية لمحول القوى ( الخزان والغطاء وخزان التمدد والمرحل الغازى)

ان خزان المحول ذى التبريد بالزيت هو عبارة عن حوض يركب بداخله الجزء الفعال والقطع الاخرى للمحول . وكقاعدة يوجد للخزانات شكل بيضوى (الشكل ٥٤) مقرب الى أقصى حد من شكل (محيط) الجزء الفعال للمحول ، والموضوع فى الخزان . والخزان البيضوى هو عبارة عن هيكل ذى متانة ميكانيكية ، ملحوم من صفائح الصلب بقابلية تكنولوجية فى التصنيع .

ويوجد للخزانات ذات الجدران الملساء (الشكل ٤٥ ، أ) سطح غير كبير نسبيا للتبريد ولذا فانها تستعمل للمحولات ذات الاستطاعة غير الكبيرة (التى تصل الى ٦٣ كيلوفلط أمبير) . وتكون خزانات المحولات ذات الاستطاعة الأكبر مضلعة (الشكل ٥٤ ، ب) او أنبوبية (الشكل ٤٥ ، ج) او مع رديتور (الشكل ٤٥ ، د) . وتقوم اضلاع وانابيب وردیتورات الخزانات بتكوين سطح اضافى لتبريد الزيت وعلى هذا النحو تقوم بتحسين ظروف عمل كل اجزاء المحول الواقعة فى الخزان . وتوجد الخزانات الانبوبية للمحولات ذات الاستطاعة من ٦٣ وحتى ١٦٠٠ كيلوفلط أمبير . وتبعا لاستطاعة المحولات تكون الانابيب واقعة على جدران الخزان فى صف واحد او صفين او ثلاثة صفوف .

وتزود فى الوقت الحاضر خزانات المحولات الجارى انتاجها بانابيب بيضوية المقطع لدوران الزيت الى جانب الانابيب المستديرة المقطع حيث انها تتمتع بالمقارنة مع الاخيرة بالانتقال الحرارى الافضل وتسمح صفها بتراص اكثر على محيط الخزان . وتوجد




الشكل ٥٤ . خزانات محولات القوى :
أ – أملس ، ب – مضلع ، ﺟ – انبوبى ، د – مع رديتور

فى جدران الخزان الرديتورى ماسورة متفرعة ملحومة ذات شفاه لتوصيل الرديتورات بها . وتوجد فى الجزء السفلى لجدران جميع الخزانات ماسورة متفرعة بصنبور لتصريف الزيت من الخزان .

وتوجد ناقلة ذات عجلات مثبتة على قاع الخزان لتحريك المحول الى مسافات غير بعيدة فى حدود المحطة الفرعية . وهناك لوحة مركبة على جدار الخزان او على الانابيب تحتوى على معطيات كتالوج المحول . ويكون خزان المحول مزودا فى جزئه العلوى باطار فيه ثقوب يكسب بنيان الخزان الصلابة اللازمة ويثبت عليه غطاء المحول بالبراغى .

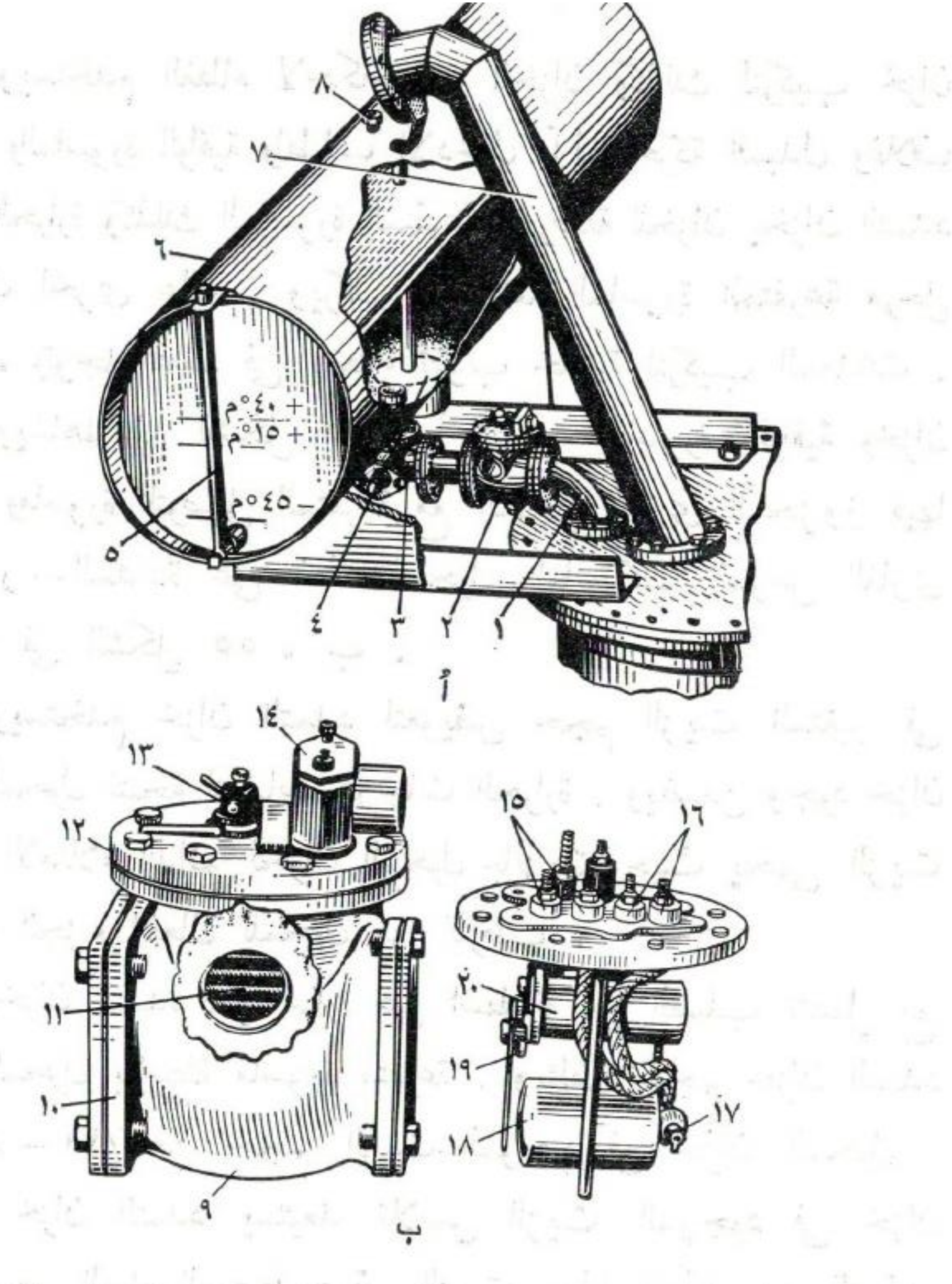
ويستخدم الغطاء لاحكام سد الخزان وكذلك لتركيب خزان التمدد والماسورة الواقية واطراف الادخال وآلية حركة المبدل وغلاف ميزان الحرارة وكذلك الماسورة المتفرعة الموصلة للخزان بخزان التمدد ومعدات اخرى عليه . ويركب فى فلقة الماسورة المتفرعة مرحل غازى . وتوجد هناك فى الغطاء ثقوب خاصة لتركيب المعدات .

ويشاهد فى الشكل ٥٥ ، أ توزيع الماسورة الواقية وخزان التمدد وماسورة التوصيل المتفرعة مع المرحل الغازى المحزوز فيها والصنبور – السدادة على غطاء المحول واما تركيبة المرحل الغازى فتشاهد فى الشكل ٥٥ ، ب .

ويستخدم خزان التمدد لتعويض حجم الزيت المتغير فى خزان المحول نتيجة لتقلبات درجات الحرارة . ويضمن وجود خزان التمدد الامتلاء الدائم لخزان المحول بالزيت حيث يحمى الزيت وملفات الجزء الفعال للمحول من الترطب .

وخزان التمدد هو عبارة عن اسطوانة من الصلب تتصل مع خزان المحول بواسطة ماسورة متفرعة . ويؤلف حجم خزان التمدد عادة ٨ – ١٠٪ من حجم الزيت الموجود فى خزان المحول . ووجود خزان التمدد يستبعد تلامس الزيت الموجود فى خزان المحول مع الهواء المحيط ويقى الزيت بهذا الشكل من الترطب والتأكسد السابق لاوانه .

ويكون مؤشر مستوى الزيت (مؤشر الزيت) مركبا على طرف حائطى واحد من خزان التمدد وكذلك تكون مرسومة عليه ثلاث شرطات أفقية مع ارقام التحكم + ٤٠ و + ١٥ و – ٤٥°م الدالة على التغيرات المسموحة لدرجات حرارة الهواء المحيط . وعند عمل المحول فانه يجوز لدرجة حرارة زيته الارتفاع عن درجة




الشكل ٥٥ . توزيع جزء من معدات المحول على غطاء خزانه (ا) وتركيبة المرحل الغازى (ب) :

١ – ماسورة نقل الزيت ، ٢ – مرحل غازى ، ٣ – صنبور – سدادة ، ٤ – مرسب ، ٥ – مؤشر مستوى الزيت ، ٦ – خزان التمدد ، ٧ – ماسورة واقية ، ٨ – سدادة الفتحة لصب الزيت ، ٩ – جسم المرحل الغازى ، ١٠ – شفة ، ١١ – نافذة المراقبة ، ١٢ – غطاء ، ١٣ – صنبور لتصريف الغازات المتجمعة فى المرحل ، ١٤ – علبة المآخذ ، ١٥ و ١٦ – مآخذ دوائر الا نذار (بالاشارات) والفصل ، ١٧ و ١٩ – ملامسات زئبقية لدوائر الانذار والفصل ، ١٨ و ٢٠ – عوامتان سفلية وعلوية

حرارة الهواء المحيط بمقدار ٤٠°م بالمتوسط ، وبالتالى فان مجال تقلبات درجة حرارة الزيت فى المحول يتراوح بين — ٤٥°م و + ٨٠°م اى ١٢٥°م . ان تقلبات درجة الحرارة هذه القادرة على إحداث تغيرات حادة فى حجم الزيت تعوض بخزان التمدد .

ان مؤشر الزيت معد للتحكم فى مستوى الزيت عند املاء المحول بعد الاصلاح واثناء التشغيل . وقد كانت مؤشرات الزيت لخزانات التمدد للمحولات ذات التصميم القديم متصلة بالهواء المحيط ، حيث ان هذا كان ينعكس سلبيا على نوعية الزيت فى خزان التمدد (لقد كان يتسخ ويتأكسد) . ان مؤشرات مستوى الزيت لخزانات التمدد للمحولات العصرية لا تتصل مباشرة بالهواء الخارجى ، حيث انها مركبة بشكل يكون معه جزؤها السفلى متصلا بالزيت فى خزان التمدد واما جزؤها العلوى فيكون متصلا بالتجويف الهوائى فوق مستوى الزيت فيه . ان هذا التركيب لمؤشر الزيت يقى الزيت من الترطب والاتساخ .

ان الحوائط الطرفية لخزانات التمدد للمحولات ذات التصميم القديم ملحومة باحكام على الاسطوانة واما الحوائط الطرفية النقيضة لتلك التى تقع عليها مؤشرات الزيت لخزانات التمدد للمحولات العصرية فانها قابلة للنزع ؛ ويقام بتثبيتها على خزان التمدد بالبراغى وبحشوة مكثفة مقاومة للزيوت تسهل عند الاصلاحات الوصول الى التجويف الداخلى لخزان التمدد والى القطع الواقعة هناك عند ضرورة تنظيفها وطلائها .

وتتراكم فى قاع خزان التمدد الرطوبة ورواسب من ذرات صلبة ، ولذا توجد فى خزانات التمدد للمحولات ذات الاستطاعة البالغة ٤٠٠ كيلوفلط أمبير سدادة لتصريف الاوساخ واما فى

خزانات التمدد للمحولات ذات الاستطاعة الاكبر فيوجد مرسب (جامع اوساخ) . والمرسب هو عبارة عن خزان غير كبير من الصلب يوضع تحت خزان التمدد حيث تسيل اليه الرطوبة والرواسب المتراكمة فى قاع خزان التمدد .

وعند تغير حجم زيت المحول يتغير مستوى الزيت فى خزان التمدد وبالتالى حجم الهواء فى الاخير : فعند ازدياد حجم الزيت ينطرد الهواء من خزان التمدد الى المحيط الجوى واما عند الانكماش فيدخل الهواء الى خزان التمدد قادما من المحيط الجوى . ان هذه العملية العديدة التكرار فى المحول الشغال تشبه التنفس ولذا فانه اتفق على القول بان المحول «يتنفس» . ولكى لا يترطب ولا يتسخ الزيت اثناء «تنفس» المحول يزود خزان التمدد بمجفف للهواء (مملوء بالسيليكاجيل) له جهاز (حاجب زيتى) لتنظيف الهواء من العوالق الميكانيكية . وبوجود مجفف الهواء يتخلص كل الهواء الداخل الى خزان التمدد مارا خلال السيليكاجيل من الرطوبة واما الذرات الميكانيكية الموجودة فى الهواء فتترسب فى الحاجب الزيتى .

ويكون خزان التمدد متصلا مع خزان المحول بواسطة ماسورة متفرعة (ماسورة نقل الزيت) يكون مركبا فى شقها صنبور ــ سدادة ومرحل غازى .

ويستخدم المرحل الغازى للانذار عن نشوء الاعطال فى اجزاء المحول الواقعة فى خزانه ، والتى تسبب تسخينات محلية يسفر عنها تفسخ الزيت او الخشب او العازل المصحوب بتكوين الغازات العنيف . ويستجيب المرحل الغازى كذلك للانخفاض المفاجئ لمستوى الزيت الناتج عن تسربه من الخزان . وعند الاعطال الجدية التى تهدد بكارثة والمصحوبة بتكوين الغازات الكثيف تقوم ملامسات

المرحل بغلق دائرة الاجهزة التى تفصل المحول عن الاجزاء الغير متضررة من الوحدة الكهربائية .

وللمرحل الغازى (انظر الشكل ٥٥ ، ب) التركيبة التالية : تقع بداخل الجسم المعدنى ٩ للمرحل الاسطوانتان ــ العوامتان ١٨ و ٢٠ ، الواحدة فوق الاخرى ، المعدنيتان المتحركتان والمغلقتان باحكام . وتوجد دوارق زجاجية صغيرة مثبتة على العوامات ، مركبة بداخلها ملامسات ومعبأة بقليل من الزئبق . وتعمل ملامسات الدورق الصغير للعوامة العليا على غلق دائرة الانذار الصوتى واما ملامسات الدورق الصغير للعوامة السفلى فتعمل على غلق دائرة فصل المحول .

وعند نظام العمل الطبيعى للمحول يكون خزان المرحل مملوءا بالزيت والعوامتان ١٨ و ٢٠ مرفوعتين والملامسان ١٧ و ١٩ فى الدوارق الصغيرة التى تحوى على الزئبق مفصولين . وعند التكوين الخفيف للغازات الدال على عطل غير كبير بداخل خزان المحول ترتفع الغازات الى اعلى ببطء وتقوم مع تجمعها فى خزان المرحل بازاحة الزيت منه . وينخفض مستوى الزيت فى المرحل وتهبط من جراء ذلك العوامة العليا وهنا يقوم الزئبق الموجود فى الدورق الصغير المثبت عليها بتوصيل ملامسات دائرة الانذار اثناء انسكابه . ويتسبب التكوين المتزايد للغازات نتيجة تطور العطل بتشغيل العوامة الثانية التى تنقلب مع الدورق الزجاجى الصغير المثبت عليها ؛ ويقوم الزئبق اثناء انسكابه فى الدورق الصغير بتوصيل ملامساته ، محدثا فعل الحماية بالمرحل الذى يفصل المحول بواسطة مفتاح الفصل الزيتى .

ان المرحلات الغازية ذات العوامات موجودة فى معظم محولات القوى التى انتجت سابقا . وتستخدم فى المحولات العصرية مرحلات

غازية ذات فناجين . وهذه المرحلات التى تركيبها ومبدأ عملها هما تقريبا كما للمرحلات الغازية ذات العوامات تختلف عن الاخيرة بالعوامات التى استبدلت بفناجين مستديرة ذات قيعان مسطحة تقوم بالدوران حول محورها وبملامسات متحركة مثبتة على قوائم عازلة موضوعة بداخل الفناجين . والملامسات الثابتة مركبة على شرائح عازلة مثبتة على جسم المرحل .

ويقام فى الآونة الاخيرة بتزويد المحولات بمرحلات غازية اكثر تطورا من انتاج وطنى واجنبى . وقد استبدلت لهذه المرحلات مفاتيح الفصل الزئبقية باخرى كهرومغناطيسية اكثر متانة فى العمل ومتمتعة بحساسية عالية .

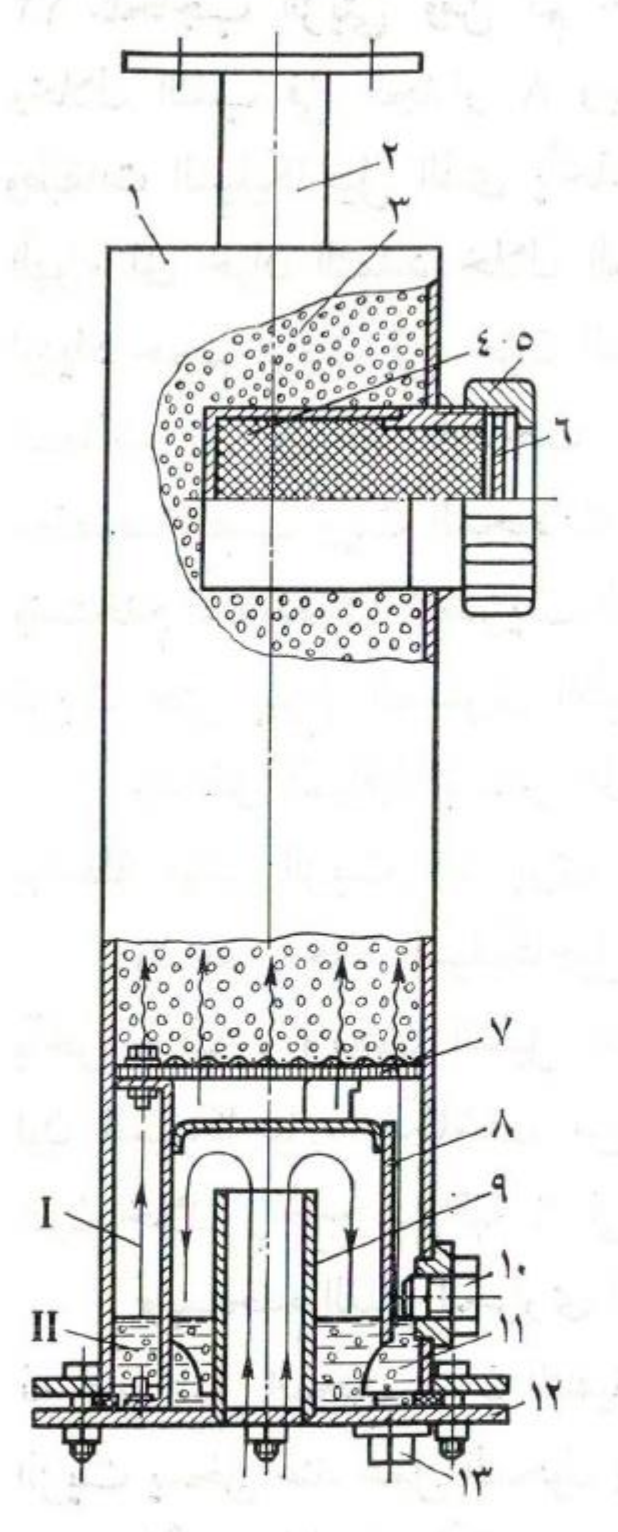
ويقام لحماية المحول من العطل اثناء التكوين العاصف للغازات فى الخزان باستعمال الماسورة الواقية (انظر الشكل ٥٥ ، أ) التى تركب على غطاء المحول . وهى عبارة عن اسطوانة من الصلب ذات « كوع » فى الجزء العلوى . وينتهى الجزء السفلى من الاسطوانة بشفة تثبت بواسطتها الماسورة الواقية فوق ثقب فى غطاء المحول . وهناك حاجز (حجاب) زجاجى مركب على نهاية الكوع . وتكون اماكن تثبيت الاسطوانة والحاجز مرصوصة بحشوات .

وعند التكوين العاصف للغازات وارتفاع الضغط الناتج عن عملية خلل فى الخزان ، يتحطم الحاجز وتنقذف الغازات مع الزيت الى الخارج حائلة بهذا الشكل دون انفجار خزان المحول .

### البند ٢٣ . مجفف الهواء والفلتر الحرارى الماص

يستخدم مجفف الهواء لامتصاص الرطوبة التى يحتوى عليها الهواء الداخل الى المحول وبالتالى لحماية الزيت الموجود فيه من

الشكل ٥٦ . مجفف الهواء :
I – مسالك الهواء خلال الحاجب الزيتى،
II – مستوى صب الزيت




الترطب ، ويعمل فى الوقت نفسه كفلتر بايقافه لذرات المواد الصلبة الموجودة فى الهواء الداخل الى المحول .

يتكون مجفف الهواء (الشكل ٥٦) من : الجسم ١ الاسطوانى الشكل المصنوع من الصلب والمملوء بالسيليكاجيل ٣ ، ومن المصبع مع الشبكة ٧، والظرف الشبكى ٤ المملوء بالسيليكاجيل الكاشف والمغلق بالغطاء ٥ بزجاج للمراقبة ٦ . ويقع فى الجزء السفلى من مجفف الهواء حاجب زيتى يقى السيليكاجيل من الترطب ويوقف العوالق الميكانيكية الموجودة فى الهواء الداخل الى المحول خلال المجفف .

ويعمل الحاجب الزيتى لمجفف الهواء على مبدأ الاوانى المستطرقة . فعند انخفاض مستوى الزيت فى خزان التمدد فان الفراغ المتحرر فيه يمتلىء بالهواء القادم من الخارج ، ويمر الهواء الداخل فى خزان التمدد خلال الماسورة ٩ الملحومة بالقاع

١٢ للحاجب الزيتى ومن ثم خلال طبقات زيت المحولات ١١ وخلال الثقب فى الجدار ٨ وبعد ذلك خلال المصبع مع الشبكة وطبقات السيليكاجيل الذى يأخذ الرطوبة من الهواء . ومن ثم يصل الهواء الى خزان التمدد خلال الماسورة المتفرعة ٢ والانبوبة . وعند ازدياد حجم الزيت فى خزان التمدد تجرى حركة الهواء فى الاتجاه المعاكس . وتوجد للحاجب الزيتى بضعة سدادات . واحداها مخصصة لصب زيت المحولات فى الحاجب (لا ترى فى الشكل) . وتستخدم السدادة ١٣ لتصريف الزيت العادم ، والسدادة ١٠ لتصريف الزيت حتى بلوغ المستوى الطبيعى فى الحاجب .

وتتحقق المراقبة بالنظر الى مستوى الزيت فى مجفف الهواء بواسطة مؤشر الزيت (لا يرى فى الشكل) .

وتفحص حالة السيليكاجيل دوريا حيث يستبدل المترطب منه بآخر جاف . ويكون الدليل على ترطبه وضرورة استبداله هو تغير لون السيليكاجيل — الكاشف من الازرق الى الوردى . وتتم مراقبة اللون خلال زجاج المراقبة ٦ فى الغطاء ٥ للظرف ٤ .

ويستخدم الفلتر الحرارى الماص لتنقية الزيت بالتكرير المستمر له عند عمل المحول . ان التنقية المنتظمة للزيت ضرورية جدا لان الزيت يسخن عند عمل المحول وتشتد نتيجة لذلك عمليات تأكسده . وعند التأثير الطويل لأكسجين الهواء على الزيت الساخن يظهر «الوحل» الذى يترسب على الاجزاء الداخلية للمحول ويسد قنوات الزيت فى الملفات . ان الوحل والرطوبة ومختلف الرواسب التى تظهر فى الزيت وكذلك الزيت المتأكسد ذاتيا ، تؤثر تأثيرا مخربا على عازل الملفات وعلى عوازل اخرى لقطع المحول .

وتسوء نتيجة لتراكم الرواسب فى قنوات الملفات ظروف

تبريدها حيث تتقلص مدة خدمة العازل بحدة وقد يؤدى هذا فى النهاية الى تعطيل المحول كليا واخراجه من حيز العمل . وتتم تنقية الزيت واعادة النوعية العازلة له بالتكرير المستمر له بواسطة الفلتر الحرارى الماص .

والفلتر الحرارى الماص ١٩ (انظر الشكل ٣٠) هو عبارة عن اسطوانة من الصلب مملوءة بالسيليكاجيل وموصولة بالمواسير المتفرعة فى جدار الخزان على غرار الرديتور . وتكون الاسطوانة مزودة فى الجزء العلوى بقمع لتحميلها بالسيليكاجيل وهناك فى الجزء السفلى قمع آخر لتفريغها من السيليكاجيل العادم . وتجرى تنقية الزيت باستمرار عند مروره خلال الفلتر الحرارى الماص اثناء عملية الدوران .

وتزود المحولات ذات الاستطاعة الكبيرة (٢٥٠٠ كيلوفلط أمبير واكثر) بالفلاتر الحرارية الماصة حيث يتيح هذا بالعمل الطويل للزيت فيها بدون تنقية وتكرير خاص ، وذلك لأن الزيت المكرر يحتفظ بالنقاوة وثبات العزل الكهربائى اللازمين .

### اسئلة للمراجعة

١ – باى الميزات تتباين محولات القوى وما الغرض منها ؟

٢ – حدث عن انواع الملفات وتكوينها والغرض منها ؟

٣ – ما هى وظيفة الموصل المغناطيسى ومم يتركب ؟

٤ – ما هو «الموضع الانتقالى للاسلاك»؟ أين ولأى غرض يقام بانجازه ؟

٥ – ما هو تكوين الملف اللولبى وبأية استطاعة تكون تلك المحولات التى يستخدم فيها هذا الملف ؟

٦ – لاى غرض تخصص مبدلات المحولات وما هو تكوينها ؟

٧ – ما هى خزانات المحولات التى تعرفها وبم تختلف عن بعضها البعض ؟

٨ – ما هى وظيفة المرحل الغازى وكيف يعمل ؟

٩ – حدث عن خزان التمدد للمحول ؟

١٠ – كيف تتم وقاية الزيت فى المحول من الترطب والاتساخ ؟

# اصلاح القطع والوحدات التجميعية للمحولات

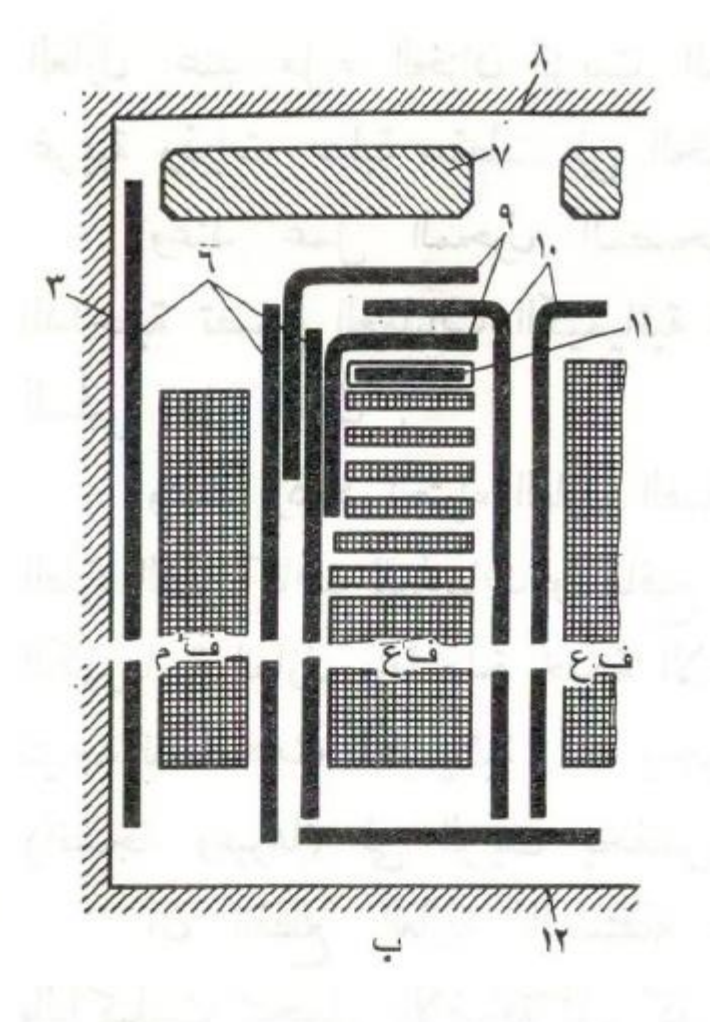
## البند ٢٤ . معلومات عامة

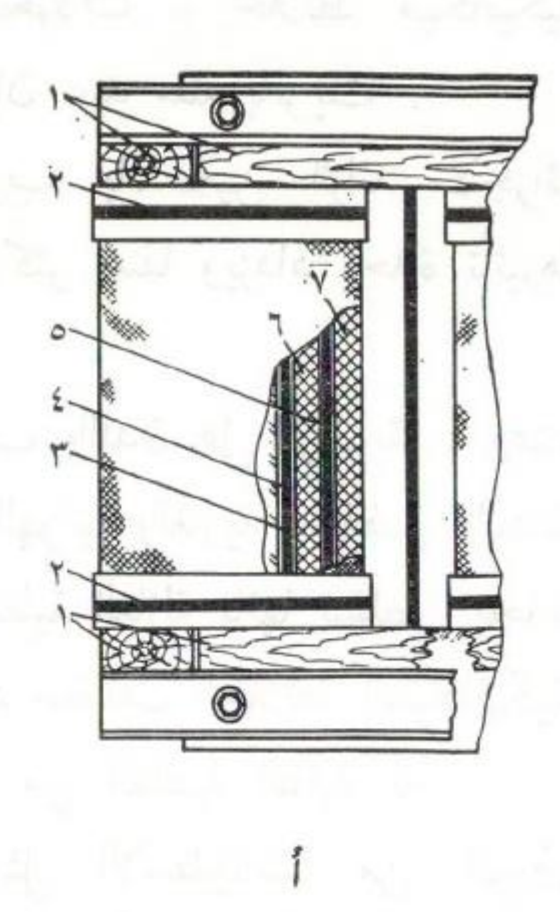
يلعب عازل المحول دورا كبيرا فى تأمين العمل بلا حوادث لمدة طويلة . ويوجد عازل خارجى وآخر داخلى للمحول المملوء بالزيت . ويمت الى العازل الخارجى العازل الهوائى الواقع خارج الخزان ، مثلا المسافة العازلة فى الهواء بين اطراف الادخال للمحول .

واما العازل الداخلى فهو العازل الواقع داخل الخزان . ويقسم الى عازل رئيسى وآخر طولى . وتمت الى العازل الرئيسى القطع العازلة للملفات عن بعضها البعض وعن الاجزاء المؤرضة ، مثلا الاسطوانات من الكرتون الكهربائى (اللينة) ومن الورق والباكيليت (الصلبة) ، وقنوات الزيت وغيرها . ويشاهد العازل الرئيسى لملف من نوع الفلطية ٣٥ كيلوفلط فى الشكل ٥٧ ، أ ، ومن نوع الفلطية ١١٠ كيلوفلط فى الشكل ٥٧ ، ب .

ويدخل ضمن العازل الطولى عازل لفات الملف والعازل بين وشائعه او اقراصه وبين الطبقات وعناصر الوقاية السعوية للملف .

وتتعرض جميع عناصر العزل الرئيسى والطولى اثناء عمل المحول لمختلف التأثيرات المخفضة لمتانتها الكهربائية ومدة خدمتها .




الشكل ٥٧ . موقع العازل الرئيسى للملفات من نوع الفلطيات :
أ — ٣٥ كيلوفلط ، ب — ١١٠ كيلوفلط ؛ ١ — عازل تعديل ، ٢ — عازل النير ،
٣ — قضيب الموصل المغناطيسى ، ٤ — اسطوانة عازلة لملف الفلطية المنخفضة ،
٥ — اسطوانة عازلة لملف الفلطية العالية ، ٦ — ملفات الفلطية المنخفضة والعالية ،
٧ — حلقة كابسة ، ٨ و ١٢ — الانيار العلوية والسفلية ، ٩ — وردات زاوية ،
١٠ — فاصلات ما بين الاطوار ، ١١ — حلقة فراغية

ان اكثر التأثيرات السلبية على المتانة الكهربائية للعازل تبديها العمليات الكيميائية الجارية فى المحول من جراء وجود خلائط غريبة فى العازل على شكل : رطوبة متبقية فى العازل نتيجة للتجفيف الغير كاف للملفات بعد اصلاحها ، او متراكمة نتيجة لترطب الزيت المبرد للمحول ؛ بقايا مذيب ورنيش التشبيع الذى لم يتطاير عند تحميص الملفات المشبعة ؛ فقاقيع هوائية او غازية متبقية فى

العازل عند ملء الخزان بزيت المحولات ؛ خلائط ميكانيكية غريبة وذرات صلبة سقطت فى الخزان عند ملئه بالزيت .

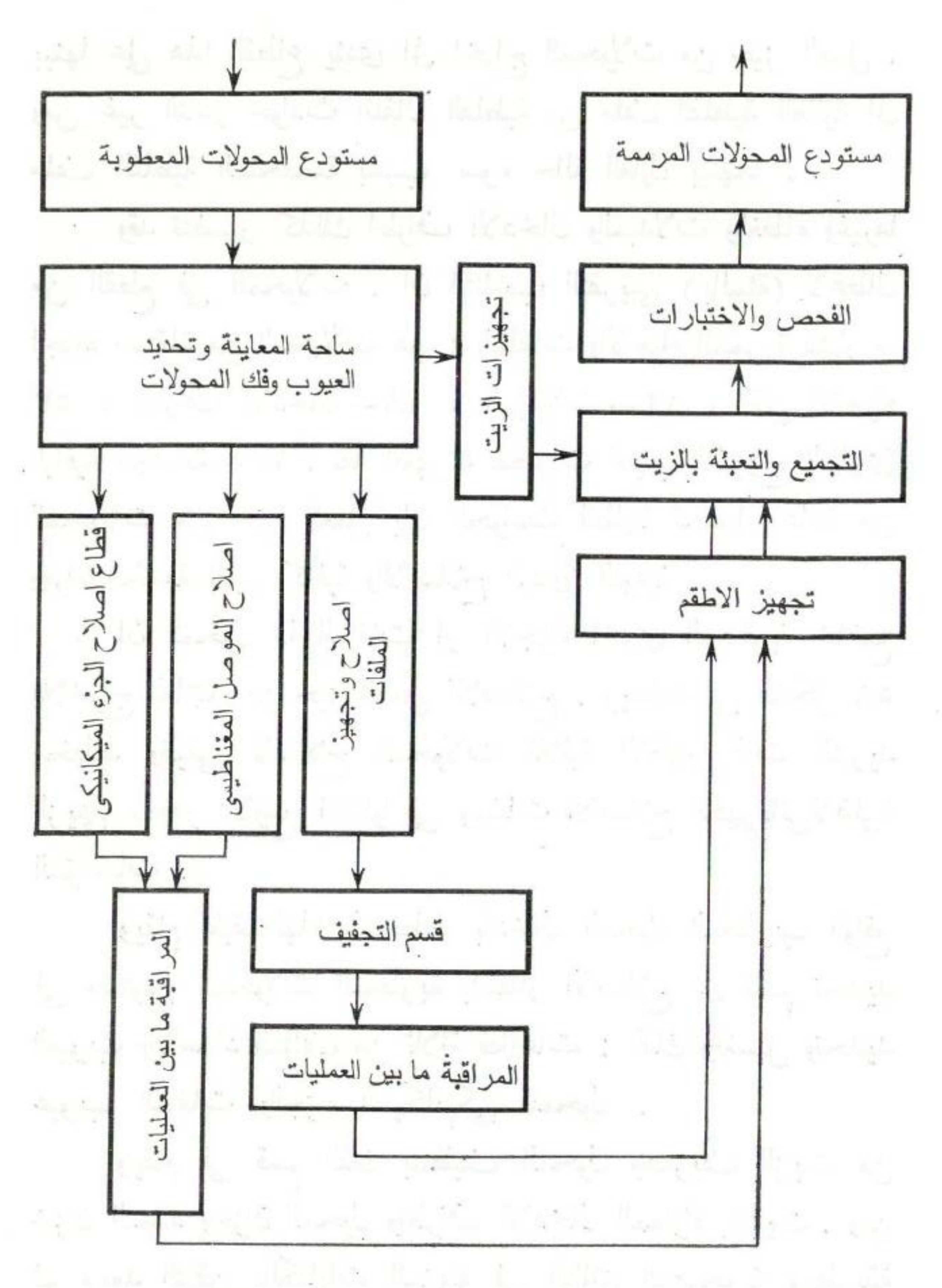
وعند عمل المحول المصحوب بالتسخين الزائد لاجزائه الداخلية تصبح العمليات الكيميائية اكثر عنفا ويزداد بحدة تأثيرها السلبى على العازل .

وعند ازدياد احتواء العازل الصلب واللدن على الرطوبة ، وعند الطرد الغير كاف للمذيبات والفقاقيع الهوائية والغازية تنخفض المتانة الكهربائية للعازل واما مدة خدمة الاغطية العازلة فانها تتقلص بحدة نتيجة للتفاعلات الكيميائية . ان وجود مختلف الخلائط الميكانيكية (انسجة وغيرها) فى الزيت يخفض من الفلطية الثاقبة له .

ان القطع العازلة المستقلة مثل الاسطوانات من الورق والباكيليت تتحمل بالاضافة الى كل هذا تأثيرات ميكانيكية تسببها القوى الكهرودينامية الناشئة فى الملفات عند التقصيرات النافذة للدائرة .

وان نوعية العزل هى المؤشر الاساسى ، المحدد لامان المحول فى التشغيل ولذا فانه تنبغى اعارة اهتمام خاص عند اصلاح المحولات لنوعية اعمال العزل ولمراعاة التكنولوجيا . ويجب على عازل المحول المرمم ان يجتاز مجموعة اختبارات ما بعد الاصلاح باكملها دون الاضرار او الاساءة بخواص العزل الكهربائى وان يتحمل التأثيرات الكهربائية والحرارية والكيميائية المحتملة وغيرها اثناء عمل المحول .

ان اكثر اجزاء المحول ضعفا وعرضة للاعطال هو ملف الفلطية العالية ، ونادرا ملف الفلطية المنخفضة . وغالبا ما تنشأ الاعطال نتيجة لانخفاض المتانة الكهربائية للعازل على قطاع ما للملف ، وبالنتيجة يحصل خرق كهربائى للعازل ما بين اللفات وبالتالى تماس




الشكل ٥٨ . مخطط اصلاح محولات ثلاثية الاطوار ذات تبريد زيتي

بينها على هذا القطاع يؤدى الى اخراج المحولات من حيز العمل . ومن غير النادر حوادث انتقال الفلطية من ملف الفلطية العالية الى ملف الفلطية المنخفضة بسبب سوء حالة العازل بينهما .

وقد تتضرر كذلك اطراف الادخال والمبدلات والغطاء وغيرها من القطع فى المحولات . ان التناسب التقريبى ( بالمئة) لاعطال اجزاء مستقلة من المحولات هو : الملفات والاجزاء الممررة للتيار — ٥٣ ، اطراف الادخال — ١٨ ، المبدلات — ١٢ ، كل الاجزاء الباقية مجتمعة — ١٧ . لقد اظهرت تقصيات اسباب الخروج الطارئ للمحولات من حيز العمل بان الحوادث الطارئة تحصل عادة من جراء الخدمة الغير كافية والاصلاح الردئ النوعية .

ان المحول ذا الملفات او الاجزاء اخرى المعطوبة خاضع للاخراج العاجل من حيز العمل للاصلاح . ويشاهد فى الشكل ٥٨ مخطط وظيفى لاصلاح المحولات ثلاثية الاطوار ذات التبريد الزيتى ، وهو الاوسع انتشارا فى ورشات الاصلاح الكهربائى لاغلبية المؤسسات .

ويقام طبقا لهذا المخطط بادخال المحول المعطوب الواقع فى مستودع المحولات المعطوبة بانتظار الاصلاح الى قسم تحديد العيوب والاعداد المؤلف من ثلاثة قطاعات : الفك والغسيل وتحديد عيوب الملفات والجزء الميكانيكى للمحول .

ويقام فى قسم الفك بتنظيف المحول وتصريف الزيت من خزان التمدد وخزان المحول واطراف الادخال المملوءة بالزيت . ومن ثم وبعد التيقن بالكتابات المدونة فى الوثائق المصحوبة وبطريقة الاختبارات التمهيدية من عطب المحول ، يقام بالانتقال الى فكه وتحديد عيوبه .

ويجرى فك المحول الزيتى ثلاثى الأطوار ثنائى الملفات وتحديد عيوب عدد من اجزائه فى آن واحد او بفارق زمنى غير كبير .

تدعى بعملية تحديد عيوب المحول مجموعة الاعمال المتعلقة باكتشاف طبيعة ودرجة الاعطال لاجزائه المستقلة . والعمل المتعلق بتحديد العيوب هو من اكثر مراحل الاصلاح اهمية ، لانه تتحدد اثنائه الطبية الحقيقية للاعطال وابعادها وكذلك حجم الاصلاح الماثل والحاجة الى مواد الاصلاح ومعداته . ولذا فانه على القائم بتحديد العيوب ان يعرف جيدا لا البوادر واسباب الاعطال وحسب بل وطرق اكتشافها الصائب وازالتها . وترد فى الجدول رقم ١ الاعطال المميزة لمحولات القوى والاسباب المحتملة لنشوئها .

ويمكن اكتشاف اعطال القطع الخارجية للمحول (خزان التمدد وخزان الزيت والحنفيات والجزء الخارجى لاطراف الادخال والقاطع الواقى الخارق) بالمعاينة الدقيقة . واما اعطال القطع الداخلية فيمكن اظهارها بمختلف الاختبارات . بيد ان نتائج الاختبارات لا تتيح دائما امكانية تحديد طبيعة الاعطال الحقيقية بدقة ، وذلك لان اى انحراف عن القاعدة المحددة ، جرى اظهاره نتيجة للاختبارات (مثلا التيار الزائد للتشغيل البطىء) قد يكون ناشئا عن عدة اسباب من ضمنها تقصير لفات الملف ، ووجود انغلاق لدائرة التيار خلال براغى الشد والقطع الضاغطة ، والتوصيل الخاطئ للملفات المتوازية وغيرها ، ولذا يفك المحول كقاعدة اثناء عملية تحديد العيوب وعند اللزوم يرفع الجزء الفعال حيث لا يتيح هذا تحديد اسباب وطبيعة وابعاد الاعطال وحسب بل وتحديد المواد والادوات والاجهزة المطلوبة لاصلاح المحول وكذلك الوقت اللازم لذلك .

الجدول ١

## اعطال المحولات واسباب نشوئها

| عناصر المحول | العطل | اسباب العطل |
| --- | --- | --- |
| الملفات | تماس بين اللفات | عتق طبيعي للعازل واهترائه، فرط في تحميل المحول يتكرر بانتظام ، قوى ديناميكية ناجمة عن التقصيرات النافذة |
| | تماس مع الهيكل (خرق)، تماس ما بين الاطوار | عتق العازل ؛ ترطب الزيت وانخفاض مستواه ؛ فرط في الفلطيات الداخلية والخارجية؛ تشوه اشكال الملفات الناجم عن مرور تيارات كبيرة اثناء التقصيرات النافذة |
| | انقطاع الدائرة | احتراق الاطراف الخارجة (اطراف السحب) عن الملف من جراء النوعية الرديئة للتوصيل او القوى الديناميكية الكهربائية الناجمة عن التقصيرات |
| مبدلات ضبط الفلطية | انعدام التلامس<br>انصهار السطح التلامسي | اختلال ضبط جهاز التبديل<br>تأثير حراري على الملامس من جراء تيار التقصير |
| اطراف الادخال | خرق كهربائي (توصيلة) مع الهيكل | وجود صدوع في العوازل الخزفية؛ انخفاض مستوى الزيت في المحول مع اتساخ السطح الداخلي للعازل الخزفي في الوقت نفسه |

| عناصر المحول | العطل | اسباب العطل |
|---|---|---|
| | خرق كهربائى للعازل بين الاطراف الخارجة للاطوار المستقلة | تضرر عازل الاطراف الخارجة الموصولة باطراف السحب او بالمبدل |
| الموصل المغناطيسى | «احتراق» الصلب | اختلال العازل بين بعض صفائح الصلب او براغى الشد ؛ كبس الصلب بضعف ؛ نشوء دائرة مقصرة عند تضرر الحشوات العازلة بين النير والموصل المغناطيسى ؛ نشوء دائرة مقصرة عند القيام بتأريض الموصل المغناطيسى من جهة اطراف السحب لملفات الفلطية العالية والفلطية المنخفضة |
| الخزان والحنفيات ( الصنابير ) | تسرب الزيت من خطوط اللحام واماكن اتصال الشفاه | اختلال خط اللحام والاتصال المحكم للشفاه الناجم عن التأثيرات الميكانيكية او الحرارية |
| | تسرب الزيت من الصنبور — السدادة | سدادة الصنبور مشدودة بشكل سیء، تضرر الحشوة اسفل الشفة |

## البند ٢٥ . فلك المحولات وتحديد عيوبها

ينظف المحول الوارد الى ساحة الفك من الاوساخ ومن ثم يعاين بدقة من الخارج . وتجرى المعاينة من الخارج لاظهار الاعطال الخارجية : الصدوع فى خطوط الالتحام التسليحية وتشقق

خزف اطراف الادخال، واختلال خطوط اللحام وتسرب الزيت من اماكن اتصال الشفاه ، والاعطال الميكانيكية لانابيب دوران الزيت ، ولخزان التمدد والقطع الاخرى للمحول . وتسجل الاعطال التى شوهدت فى الاعمدة (الخانات) المناسبة على بطاقات تحديد العيوب .

وعند وجود الاعطال التى يتطلب تأكيدها او ازالتها فتح المحول ورفع الجزء الفعال (القلب المغناطيسى) يقام بفك المحول . ويصرف الزيت من المحول جزئيا او كليا قبل البدء بفكه . ويصرف الزيت جزئيا (حتى مستوى النير العلوى للموصل المغناطيسى) عندما يكون بالامكان انجاز عمليات الاصلاح بدون رفع الجزء الفعال للمحول (مثلا عند استبدال اطراف الادخال واصلاح ملامسات المبدلات) او مع رفع الجزء الفعال فقط ولكن لفترة لا تتجاوز الفترة المسموحة بها لابقاء ملفات المحول خارج الزيت .

ويصرف الزيت كليا من المحول على الاغلب عند ضرورة تجفيف جزئه الفعال وكذلك عند الاصلاحات التى تتطلب استبدال الملفات المعطوبة وفى تلك الحالة عندما يكون الزيت غير صالح للاستعمال اللاحق من جراء الاتساخ الفائق عن الحد او الترطب .

ويرتبط فك واصلاح وتجميع المحول بضرورة انجاز حجم كبير من اعمال البرادة والتجميع من قبل الميكانيكى الكهربائى .

ويتحدد تعاقب انجاز عمليات الفك فى كل حالة معينة تبعا لتصميم المحول الماثل للاصلاح . ولذا فانه ليس بالامكان التوصية باى تعاقب تكنولوجى موحد لانجاز عمليات فك واصلاح جميع المحولات الداخلة الى حيز الاصلاح . وترد فى هذا الباب ، مع اخذ ذلك بعين الاعتبار ، ارشادات عن طرق انجاز العمليات

الاساسية للفك والاصلاح فى التعاقب الذى يطبق بانحرافات غير كبيرة على محولات من مختلف الاستطاعات والتصاميم .

ويفحص قبل البدء بالفك تكامل المحول الداخل الى حيز الاصلاح (يجب ان تكون كل الوحدات التجميعية والقطع المعتمدة لهذا التصميم موجودة) . وتفحص كذلك حالة اجزائه الخارجية وسلامة خطوط اللحام والتوصيلات وانعدام تسرب الزيت من اماكن اتصال شفاه التسليحات (الصنابير) مع الخزان .

ويبدأ التفكيك بفك المرحل الغازى وميزان الحرارة وخزان التمدد والماسورة الواقية وغيرها من التجهيزات والقطع الواقعة على غطاء المحول . ويجرى فك الوصلات ذات البراغى بواسطة مفاتيح متحركة او مفاتيح صواميل ثنائية الاطراف بمقاييس فوهات مطابقة للابعاد القياسية للصواميل ورؤوس البراغى .

ويقام عند فك المرحل الغازى بوضع حشوة تحته مسبقا على هيئة قطاع من شريحة خشبية بعرض ٢٠٠ مم او شريحة من المطاط بسمك لا يقل عن ١٠ مم . ولازالة المرحل يقام فى البداية بفك (مع القبض على المرحل باليد) براغى تثبيته على شفاه المواسير المتفرعة التى توصل المرحل بالخزان وخزان التمدد ومن ثم يرفع المرحل بتحريك هيكل المرحل ببطء موازيا للشفاه . وتغطى الثقوب فى هيكل المرحل بصفائح من خشب الابلكاش او المازونيت او الكرتون السميك وتثبت بالبراغى التى تحررت بعد فك المرحل وذلك لوقاية القطع الداخلية للمرحل من الاتساخ والاضرار .

ويجرى فحص صلاحية ، واختبار ، واصلاح المرحل فى المختبر الكهربائى الذى يرسل اليه المرحل المنزوع عن المحول الجارى تفكيكه .

ويقام اثناء الاستمرار فى عملية التفكيك بفك الماسورة الواقية ومن ثم خزان التمدد . ويقوم عادة شخصان بانجاز عمليات فك الماسورة الواقية : ميكانيكى كهربائى وعامل مساعد له ، حيث يقوم احدهما (العامل المساعد) بالامساك بالماسورة الواقية وهو يقف ثابتا على الغطاء ، واما الآخر (الميكانيكى الكهربائى) فيفك الصواميل المثبتة للشفة السفلية للماسورة والقضيب من الصلب او الحامل على غطاء المحول .

وتربط الماسورة المحررة من المثبتات بحبل وتنزل مع مراعاة الحيطة التى تستبعد تضرر حجاب الماسورة الواقية او الاضرار بالاجزاء والقطع الاخرى للمحول بالماسورة الجارى انزالها . ويغطى الثقب فى الغطاء ، حيث كانت الماسورة مركبة فيه بقطعة من خشب الابلكاش .

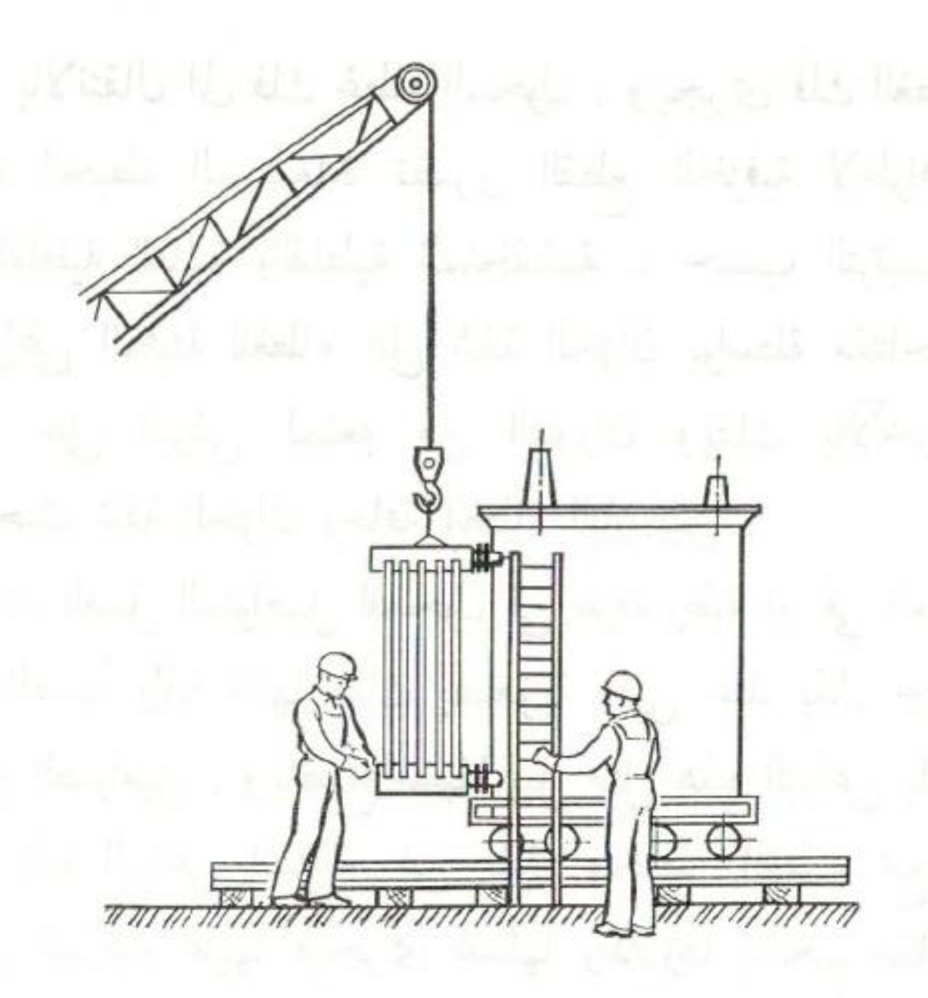
واما تفكيك خزان التمدد فيجرى حسب التعاقب التالى : تفصل عن خزان التمدد الماسورة المتفرعة عن ناقل الزيت مع الصنبور — السدادة ، ويقام بحماية مؤشر الزيت بصندوق خشبى مؤقت يجرى تثبيته على تسليحه بواسطة حبال متينة ؛ يربط خزان التمدد بمتانة بحبل من القنب او بحبل تعليق من الصلب يقبض على جسمه او يمسك بحلقات التعليق الموجودة على خزانات التمدد للمحولات الجبارة ؛ تفك براغى تثبيت حوامل خزان التمدد على غطاء وخزان المحول ؛ يركب لوحان او عارضتان من الخشب بشكل مائل وينزل خزان التمدد عليهما ببطء الى الارض ؛ تغطى الثقوب فى الغطاء وخزان التمدد بشفاه مؤقتة من المطاط الصفائحى او بخشب الابلكاش او بالكرتون لمنع تساقط الاوساخ والرطوبة فيها .

وبعد ازالة المرحل والماسورة الواقية وخزان التمدد يستمر فى

التفكيك بالانتقال الى فك غطاء المحول . ويجرى فك الغطاء بمراعاة اجراءات الحيطة المستبعدة تضرر القطع الخزفية لاطراف ادخال ملفات الفلطية العالية والفلطية المنخفضة ، حسب الترتيب التالى : تفك البراغى المثبتة للغطاء على شفة الخزان بواسطة مفتاحين يقبض باحدهما على البرغى لمنعه من الدوران ويفك بالآخر الصمولة الواقعة تحت شفة الخزان وحافة الغطاء البارزتين .

وعند العمل المتواصل للمحول فى غرفة رطبة او فى العراء تصاب البراغى بالصدأ ولذا فانها تفك بصعوبة حتى عند بذل جهود كبيرة الى مفتاح الصواميل . وينصح مسبقا ببل مثل هذه البراغى بالكيروسين بغزارة . واما البراغى المزالة عن طول محيط الغطاء مع الوردات والصواميل المركبة عليها فيجرى غسلها وطلاؤها بشحم مقاوم للصدأ ومن ثم توضع فى صناديق وتحفظ لاستعمالها ثانية عند تجميع المحول .

ويعلق الغطاء المحرر من البراغى بحبال تمرر فى حلقات الرفع المركبة على النهايات المقلوظة لصبالم الرفع المثبتة على عوارض النير العلوى للموصل المغناطيسى والبارزة عن الغطاء . وتوجد عادة للمحولات ذات الاستطاعة البالغة ٤٠٠ كيلوفلط أمبير حلقتان للرفع ، وللمحولات ذات الاستطاعة الاكبر توجد اربع حلقات . وتستعمل لرفع الجزء الفعال عدة خاصة وحبال تعليق تكون قد اجتازت الاختبارات اللازمة ومحسوبة على كتلة الحمل الجارى رفعه . وتلبس اناشيط حبال التعليق على محاور صغيرة من الصلب مدخلة مؤقتا (لفترة الرفع) فى ثقوب (عروات) حلقات الرفع . وعند فك الرديتورات والقطع الضخمة الاخرى للمحول ذى التركيب الخارجى تستعمل سيارة رافعة كآلية رفع (الشكل ٥٩) .



الشكل ٥٩ . فك رديتور محول القوى بواسطة سيارة رافعة

وعند رفع الجزء الفعال للمحولات التى تكون اطراف الادخال فيها واقعة على جدران الخزانات يقام بفصل اطراف الاخراج وفك اطراف الادخال فى البداية وبعد ذلك فقط يرفع الجزء الفعال للمحول . وفى المرحلة الاولى لرفع الجزء الفعال اى حينما يصبح الغطاء مرفوعا فوق حافة الخزان بعلو ٢٠٠ ـ ٢٥٠ مم يوقف الرفع اللاحق مؤقتا ، وذلك للتأكد من انعدام ميلان الجزء الفعال الجارى رفعه بالنسبة الى وضعه الأولى فى الخزان . وينشأ الميلان عادة من جراء عدم توازن الجزء الفعال نتيجة للتعليق الخاطىء او للاطوال المختلفة لحبال التعليق ، مما يمكن ان يؤدى الى الاضرار بالملفات عند تلامسها مع جدران الخزان اثناء الرفع . ويقام عند وجود الميلان بانزال الجزء الفعال الى قاع الخزان ورفعه من جديد فقط بعد ازالة

الميلان . وينصح ايضا فى بداية الرفع بالتأكد من صلاحية آلية الرفع حيث ينبغى لهذا الغرض رفع الجزء الفعال لعلو ١٥٠ ــ ٢٠٠ مم فوق مستوى قاع الخزان وابقاؤه معلقا لمدة ٣ ــ ٥ دقائق ومن ثم الاستمرار فى الرفع . وبعد ان يصبح الجزء الفعال خارجا من الخزان كليا ومرفوعا فوقه بما لا يقل عن ٢٠٠ مم يمكن عندها نزع الخزان . ويمنع منعا باتا الوقوف تحت الجزء الفعال المعلق او فى منطقة خطر الاقتراب منه وكذلك اجراء معاينته فى هذه الاثناء .

ويوضع الجزء الفعال المرفوع من الخزان على منصة ثابتة من الواح منجورة او على عوارض خشبية بحيث يضمن وضعه الرأسى الثابت وامكانية معاينته وفحصه واصلاحه .

ويستمر فى الفك حيث تفصل الاطراف الخارجة عن اطراف الادخال والمبدل وتفحص حالة عوازلها وخطوط الالتحام التسليحية لاطراف الادخال ونظام التلامس للمبدل . وتدون الكتابات المناسبة عن جميع الاعطال التى لوحظت فى بطاقة تحديد العيوب . وتفك فيما بعد حلقات الرفع عن الصبالم الرأسية وينزع الغطاء وينقل جانبا ويوضع بطريقة لا تتضرر معها الاجزاء البارزة تحته ، ويقام بحماية اطراف الادخال من الاضرار الميكانيكية وذلك بتغطيتها باسطوانات صلبة من الكرتون او بلفها بقماش نظيف من الخيش (الجنفاص) .

وبعد الانتهاء من المرحلة الاولى للفك ينتقل الى المرحلة الثانية الاكثر صعوبة وجهدا ــ تفكيك الملفات . وتنفذ العمليات الاساسية لتفكيك الملفات حسب التعاقب التالى :

تزال الصبالم الرأسية وتفك صواميل براغى الشد وترفع عوارض النير للموصل المغناطيسى ويفكك النير العلوى للموصل المغناطيسى مع ربط ووضع رزم الصفائح فى ترتيب يكون معه من السهل وضعها

عند حشو النير العلوى . وتفك فيما بعد وصلات الملفات وتزال اطراف الاخراج ويتم اخراج القطع الخشبية والكرتونية المؤسفنة لملفات الفلطيات العالية والمنخفضة وتنزع الملفات عن القضبان باليد (ملفات المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٦٣ كيلوفلط أمبير) او بواسطة آلية رفع (ملفات المحولات ذات الاستطاعة ١٠٠ كيلوفلط أمبير واكثر) بدءا من ملفات الفلطية العالية ومن ثم ملفات الفلطية المنخفضة .

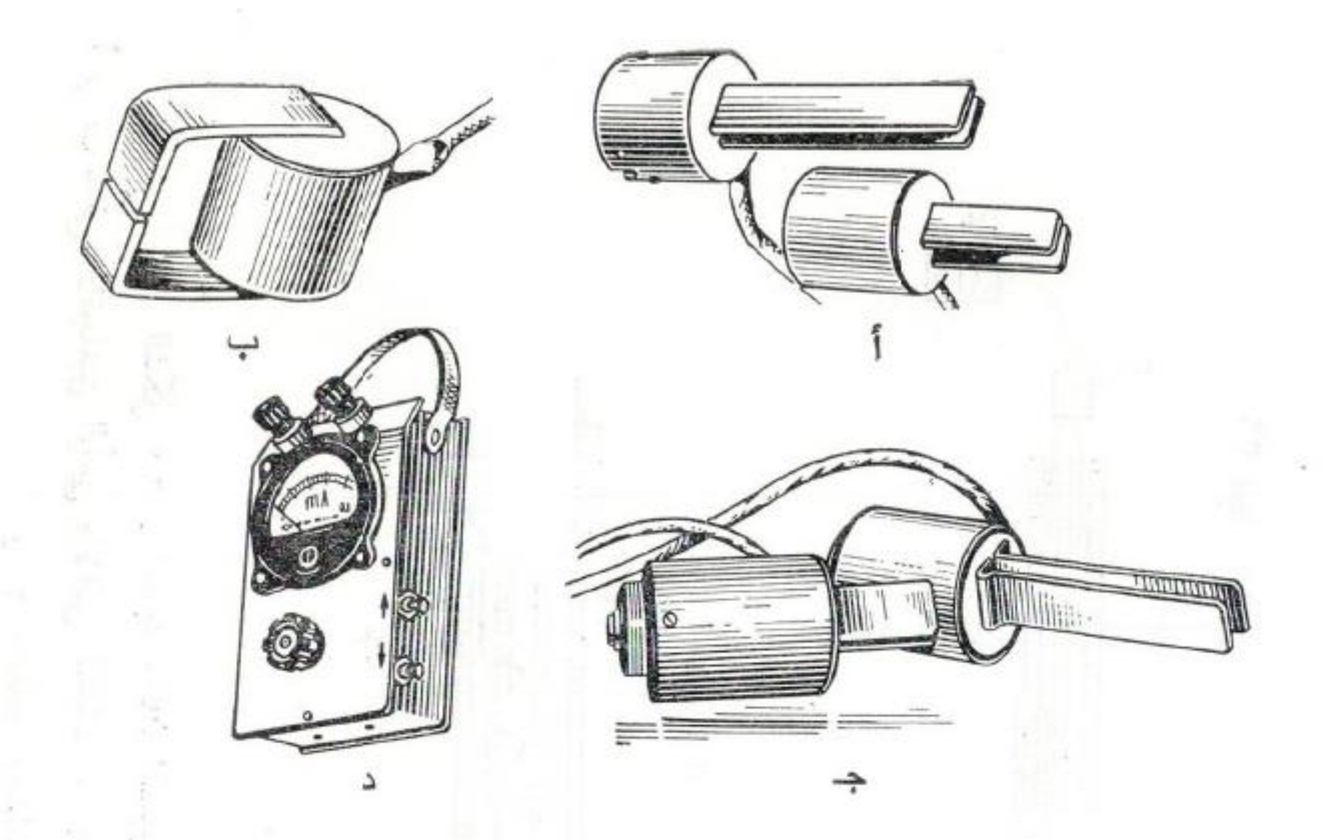
وعند تحديد عيوب الملفات من الصعب عادة تحديد مكان التقصير بين الملفات . ويستخدم لهذا الغرض فى العديد من مؤسسات الاصلاح الكهربائى طقم اجهزة (الشكل ٦٠) مكون من باحث ومؤشر ومغذ .

والباحث هو عبارة عن وشيعة عديدة اللفات ملبسة على قلب بهيئة Π (باحث الوحدات ، الشكل ٦٠ ، أ) او ملبسة على قلب بهيئة حرف C يكون طرفاه مفصولين بشق ضيق (باحث الشقوق ، الشكل ٦٠ ، ب) .

وينجز المغذى بنوعين : على هيئة بنيان الوحدات ومماثل لباحث الوحدات ولكن بوشيعة ذات قدرة اكبر وبزر على طرفها للتشغيل لفترة قصيرة (الشكل ٦٠ ، ج) وعلى هيئة بنيان قضيبى هو عبارة عن قضيب طويل بلفات مستمرة ملفوفة على طوله .

ويتكون المؤشر (الشكل ٦٠ ، د) من ميكروأمبيرمتر مركب فى جسم واحد مع مقوم (Rectifier) ومقوى (Amplifier) وضابط حساسية (sensitivity control) .

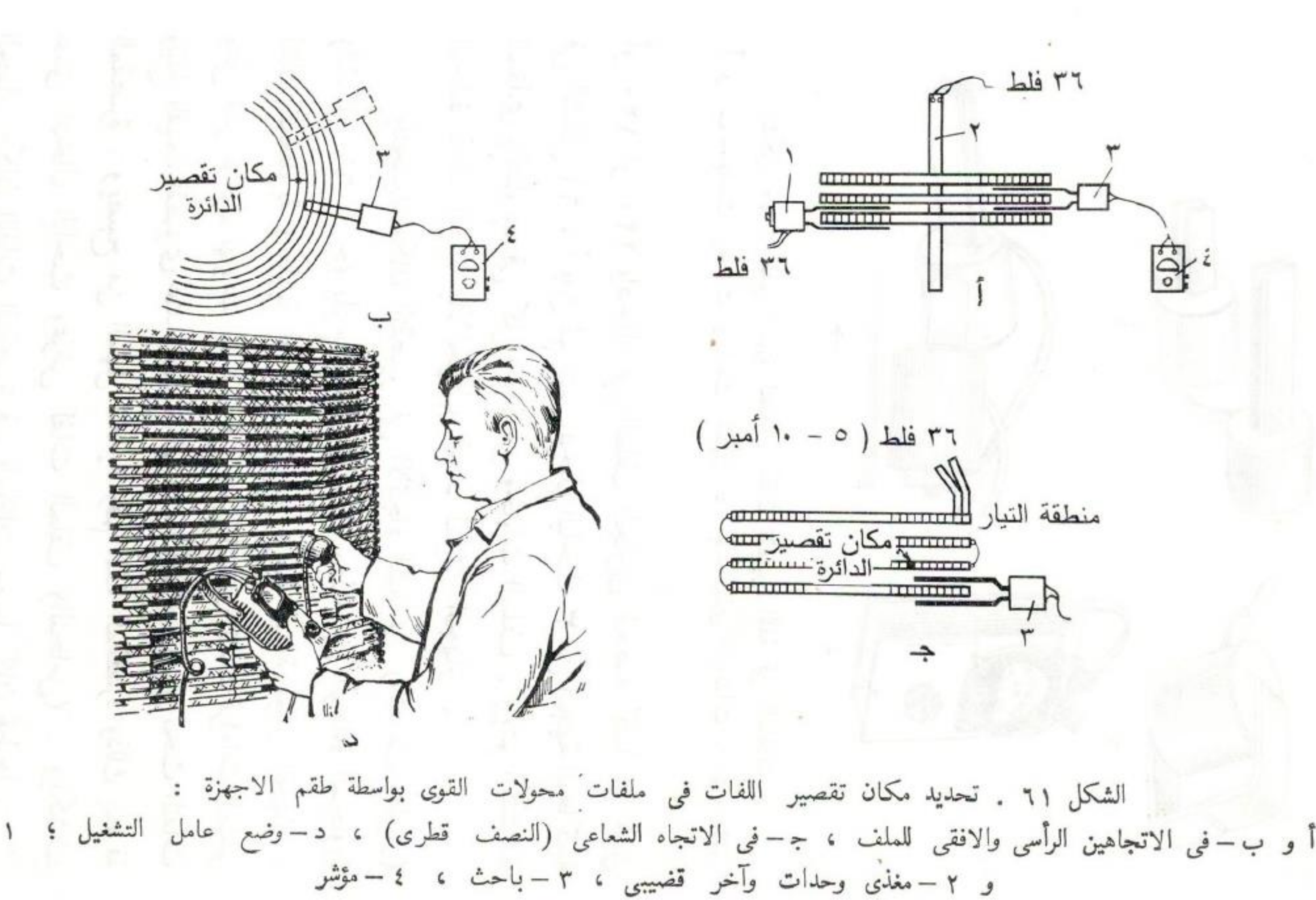
ويقام لاظهار التقصير فى الملفات احادية السلك ذات الوحدات بتوصيل المغذى القضيبى ٢ بشبكة كهربائية ذات فلطية قدرها ٣٦




الشكل ٦٠ . طقم اجهزة لتحديد مكان تقصير اللفة فى الملفات :
أ و ب – باحث وحدات وباحث شقوق ، ﺟ – مغذى وحدات ، د – مؤشر

أو ١٢٠ او ٢٢٠ وادخاله فى الملف الجارى فحصه كما هو مبين فى الشكل ٦١ ، أ ومن ثم يتم ادخال الباحث ٣ من الجهة المعاكسة للمغذى بالتناوب فى كل وحدة من وحدات الملف . ويتم اكتشاف الوحدة ذات العيب بالانحراف الحاد لمؤشر الجهاز .

ولتحديد مكان التقصير فى الاتجاه الشعاعى (النصف قطرى) (الشكل ٦١ ، ﺟ) يلزم ادخال الباحث ببطء فى الوحدة المجاورة لتلك المعطوبة (العلوية او السفلية) مع مراقبة قراءة مؤشر الجهاز . وعلى قدر دخول نهايات الباحث فى عمق الملف تزداد قراءات المؤشر وتبلغ القيمة القصوى عندما تصبح نهايات الباحث فوق او تحت اللفات المقصرة . ويصبح من السهل تحديد رقم اللفة المقصرة وذلك بمعرفة عمق ادخال الباحث وعرض لفات الملف (النحاس) . ويكشف الجهاز مكان اللفات المقصرة فى الملفات مهما كان قطرها .




الشكل ٦١ . تحديد مكان تقصير اللفات فى ملفات محولات القوى بواسطة طقم الاجهزة :
أ و ب – فى الاتجاهين الرأسى والافقى للملف ، جـ – فى الاتجاه الشعاعى (النصف قطرى) ، د – وضع عامل التشغيل ؛ ١ و ٢ – مغذى وحدات وآخر قضيبى ، ٣ – باحث ، ٤ – مؤشر

وعند فحص الملفات الاسطوانية احادية الطبقة يجرى امرار تيار متردد (٥ — ١٠ أمبير) فى احد اطراف الاخراج من اى مصدر يسمح بضبط الفلطية ، ومن ثم يحرك باحث الشقوق (انظر الشكل ٦٠ ، ب) باتجاه نحو طرف الاخراج الجارى تغذيته . وسوف تشير أول اكبر قراءة للجهاز الى «الحد الفاصل» للتيار .

وبعد تحديد «الحد الفاصل» للتيار يجب تحريك باحث الشقوق قدما باتجاه سير اللفات الى لحظة هبوط قراءة الجهاز . وسوف يكون مكان تقصير اللفة واقعا فى نفس الاتجاه الرأسى الذى تقع فيه نقطة هبوط قراءات الجهاز ولكن بلفة سلك واحدة اعلى منها . وتستخدم هذه الطريقة للملفات مهما كان عدد لفاتها .

ويجرى فحص الملفات ثنائية الطبقة بنفس التعاقب المستخدم للملفات ذات الوحدات . وفى هذه الحالة ، اذا قام مؤشر الجهاز بالانحراف عندما يكون الباحث واقعا فى اسفل الطبقة العليا فان التماس قد يكون حاصلا اما فى الطبقة الداخلية اما فى مكان الانتقال من طبقة الى اخرى .

ولفحص الملف عديد الطبقات يستخدم المغذى القضيبى الموصول بشبكة تيار متردد والموضوع بداخل الملف الجارى فحصه بتماثل مع طول الاخير . ويجرى البحث عن مكان تماس اللفات كما يلى : يحرك باحث الشقوق على السطح الخارجى للملف مع المحافظة على توازى شق الجهاز مع خط اللفات ومن ثم يعين الحد الفاصل «لمنطقة التيار» (الشكل ٦١ ، ج) أى جزء الملف المنساب عليه تيار التماس . وستكون قراءات الجهاز هى القصوى فى مركز منطقة التيار . وستختفى على الحد الفاصل لمنطقة التيار وهى آخذة بالتلاشى بتماثل .

ويشاهد فى الشكل ٦١ ، د وضع عامل التشغيل وكذلك توزيع الاجهزة اثناء اجراء الاختبارات .

## البند ٢٦ . اصلاح وتجهيز الملفات

اعادة عزل سلك اللف . يعاين الملف الداخل الى حيز الاصلاح لتدقيق ابعاد الاضرار وكذلك لتحديد طرق الاصلاح والمواد والمعدات اللازمة لهذا الغرض .

وهنا يجرى كذلك التأكد من امكانية اعادة استعمال سلك اللف والقطع العازلة للملف المعطوب . ان ترميم العازل واعادة استعمال سلك اللف المنزوع عن الملف المعطوب جائز فى كثير من الاحيان وينبغى استغلال هذه الامكانية. وبما انه توجد فى الوحدات الكهربائية اجهزة حديثة للحماية بالمرحل والاوتومات فانه من النادر ان يحصل انهيار كلى للملفات وذلك لان المحول ، كقاعدة ، ينفصل بالحماية فى مرحلة نشوء العطب بينما يتبين ان عازل لفات سلك اللف وحده معطوب من جراء الخرق الكهربائى وليس السلك نفسه .

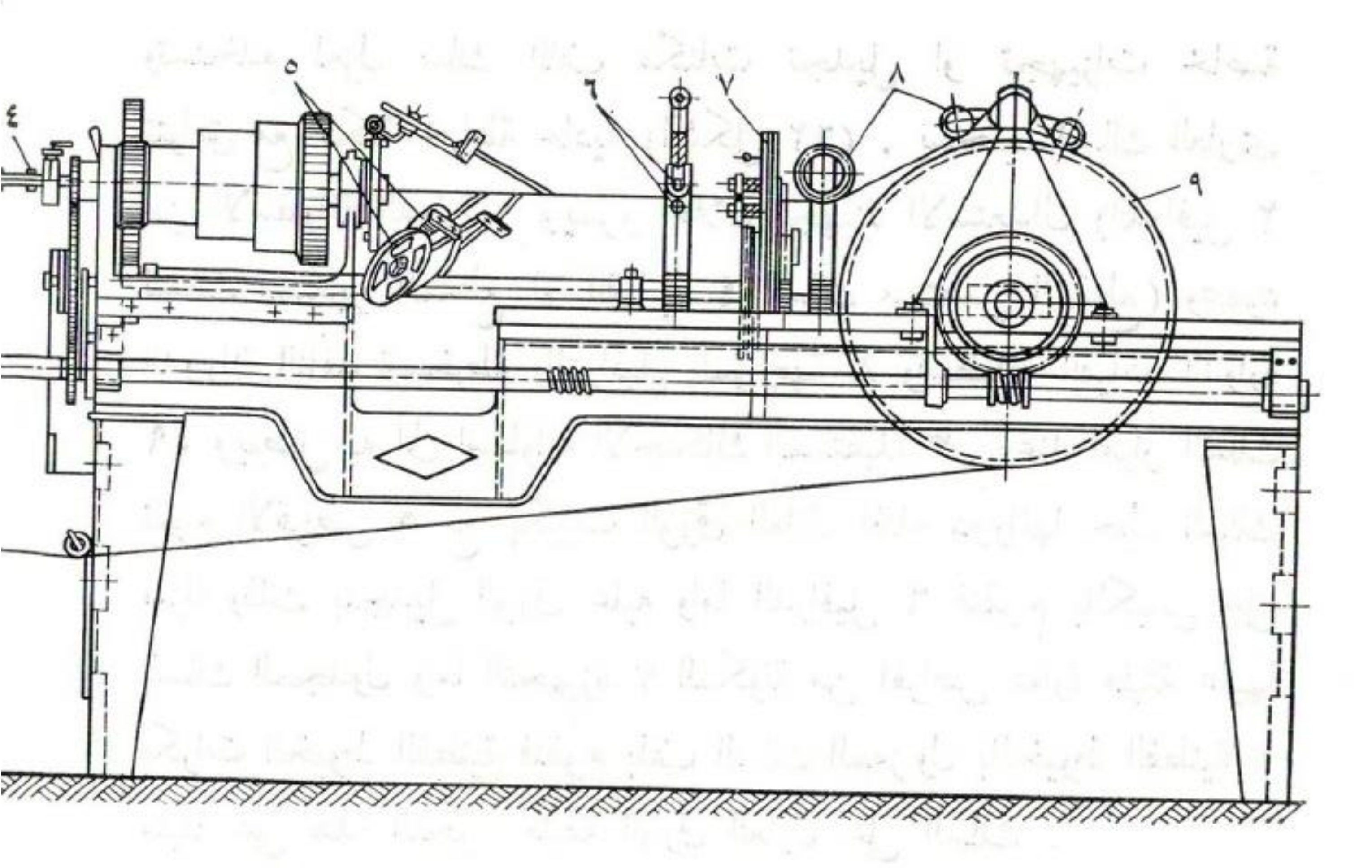
ويمكن ايضا اعادة استعمال السلك المنزوع عن الملف بعد ترميم عازله بواسطة اعادة العزل وذلك عند ادخال الملفات الى حيز الاصلاح وبها دلائل الاهتراء الشديد (العتق) لعازلها نتيجة العمل الطويل فى ظروف التسخين المتكرر ولفترات طويلة .

وتكون عملية اعادة عزل السلك المنزوع عن الملف من عمليات ازالة العازل القديم عنه والتلدين والاستعدال والتغليف بعازل جديد . ويقام بتلدين وتنظيف سلك اللف القديم بالتسخين فى فرن عند درجة حرارة تبلغ ٥٠٠ ـ ٦٠٠° م ومن ثم بالغسل فى ماء ساخن .

وتستخدم لعزل سلك اللف مكنات تجديل او تجهيزات خاصة تتوافق مع مكنة خراطة عادية (الشكل ٦٢) . يسحب السلك العارى من الاسطوانة الدوارة ١ ويمرر خلال تجهيزة الاستعدال (الدرافيل ٢ للسلك مستدير المقطع او القالب ٤ للسلك مستطيل المقطع) وعمود الدوران النافذ للمخرطة والدرافيل الموجهة ٨ واسطوانة القيادة الدوارة ٩ ، ويوصل به الى اسطوانة الاحتكاك المستقبلة ٣ . وعند امرار السلك تقوم الاقراص ٥ مع بكرات الورق العازل اثناء دورانها حول السلك بعزله وذلك بتجديل الورق عليه واما الدرافيل ٦ فتقوم بالكبس على السلك المجدول واما التجهيزة ٧ المكونة من اقراص دوارة مثبتة عليها بكرات الخيوط القطنية فتقوم بلف السلك المعزول بالخيوط القطنية ، مثبتة على هذا النحو طبقة الورق العازل على السلك .

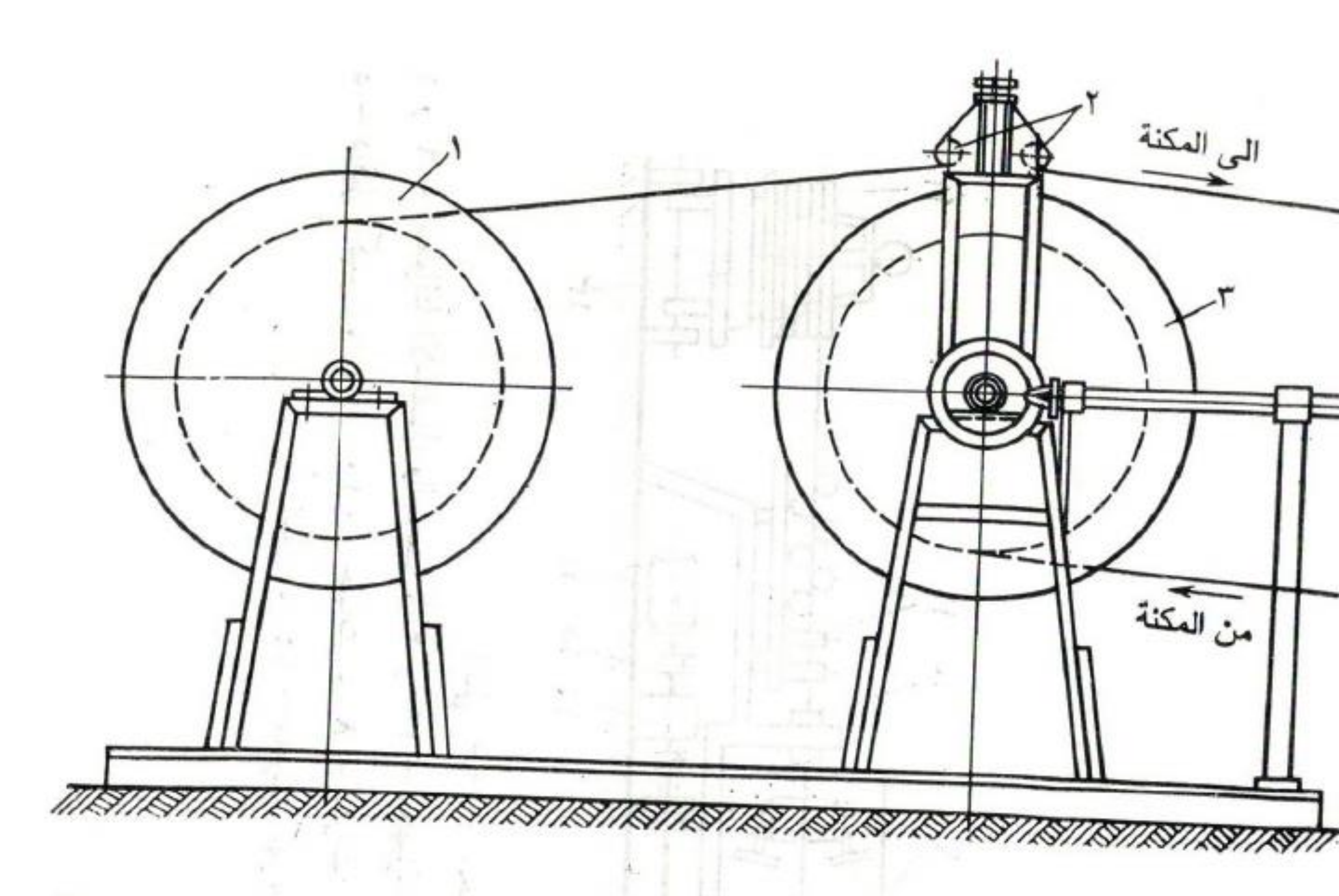
وتستخدم الالياف القطنية والحريرية والزجاجية والالياف الكيميائية الصناعية وشرائط من ورق الكابلات او التليفون بعرض ١٠ ــ ٢٥ مم وبسمك ٠,٠٥ ــ ٠,١٢ مم كمواد عازلة . ويلف الشريط الورقى على السلك لولبيا (بزاوية ٤٥°) مع تراكب اللفات بثلث او بنصف عرض الشريط . ويلف الورق الرقيق على السلك الجارى عزله بطبقتين او بثلاث ، على ان توضع الطبقة السفلى (الاولى) بحيث تبقى فسحة بين اللفة والاخرى مقدارها ٠,٥ ــ ٠,٨ مم او بحيث تتلاقى (تتناكب) اللفات ، واما الطبقة العلوية فتوضع مع تراكب اللفات بنصف عرض الشريط . وتلصق قطع الشريط العازل ببعضها البعض وكذلك على نهايات السلك المجدول بواسطة الورنيش الباكيليتى .

وتتكون المكنة الخاصة بلف الورق (الشكل ٦٣) من اسطوانة مستقبلة دوارة ١ مثبتة على تجهيزة الاستقبال ٢ مع آلية ادارة احتكاكية




الشكل ٦٢ . تجهيزة لعزل اسلاك الملفات بواسطة مكنة الخراطة :

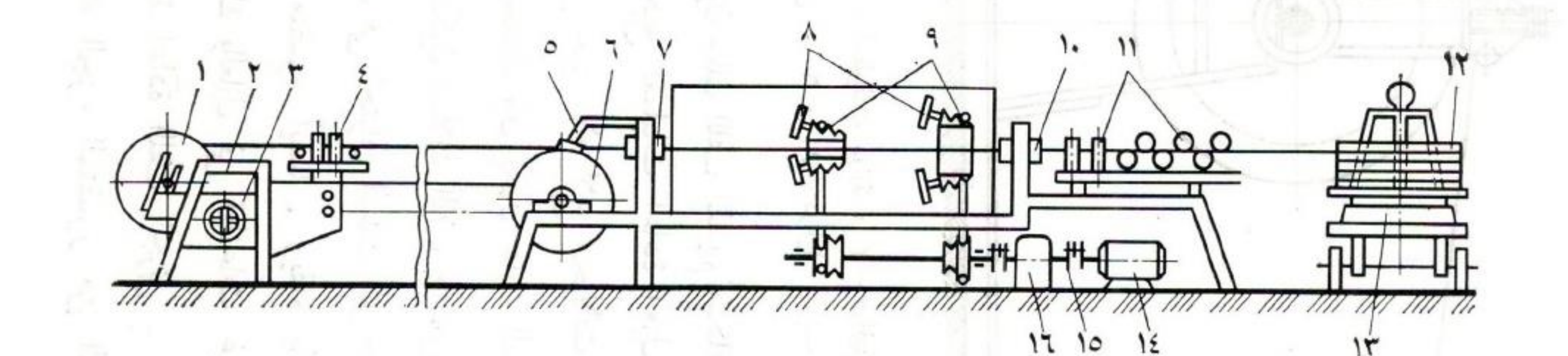
٣ موصولة باسطوانة السحب ٦ بسيور نقل الحركة . ويمر السلك المجدول المنفلت عن البكرة ١٢ الواقعة على عربة النقل ١٣ خلال تجهيزة الاستعدال ١١ والجلبة ١٠ ومراكز لف الورق ٩ مع بكرات الورق ٨ المثبتة عليها وجلبة الخروج ٧ . وبعد اجتياز السلك لهذا المسار بسرعة ٢٠ م/دقيقة فانه يستعدل وينجدل بالشريط الورقى ويلف بواسطة ممدد السلك ٤ بانتظام وبصفوف متراصة على الاسطوانة المستقبلة ١ . وتدار المكنة بآلية الحركة المكونة من المحرك الكهربائى ١٤ الموصول مع مخفف السرعات ١٦ بالقارنة ١٥ . وتكون تجهيزة الاستقبال واسطوانة السحب موصولتين بآلية حركة المكنة بجنزير نقل الحركة واما مراكز لف الورق فتكون موصولة بسيور نقل الحركة .




١ و ٣ و ٩ – اسطوانات دوارة ، ٢ – درافيل استعدال ، ٤ – قالب استعدال ،
٥ – اقراص ، ٦ و ٨ – درافيل كابسة وموجهة ، ٧ – تجهيزة تجديل

وسيكون سلك اللف القديم متكافئا مع السلك الجديد نوعيا عند التنفيذ الصحيح لعمليات اعادة العزل .

وتدخل حيز الاصلاح محولات باعطال مختلفة . وفى بعض المحولات يحدث وان يكون عازل الملفات هو المتضرر فقط واما فى غيرها فتكون اسلاك اللف متضررة (منصهرة) . وعند الحادث الذى يتسبب فى احتراق السلك ولو جزئيا ، يسوء العازل بحدة عند جزئه الغير متضرر أيضا . ويقام باصلاح الملفات التى احترقت فيها الاسلاك والعازل فى قطاعات غير كبيرة فى بعض الحالات فقط بطريقة اعادة اللف الجزئى . بيد ان هذا الاصلاح مرتبط بصعوبة ازالة الجزء المتضرر من الملف وبلف وحدات جديدة



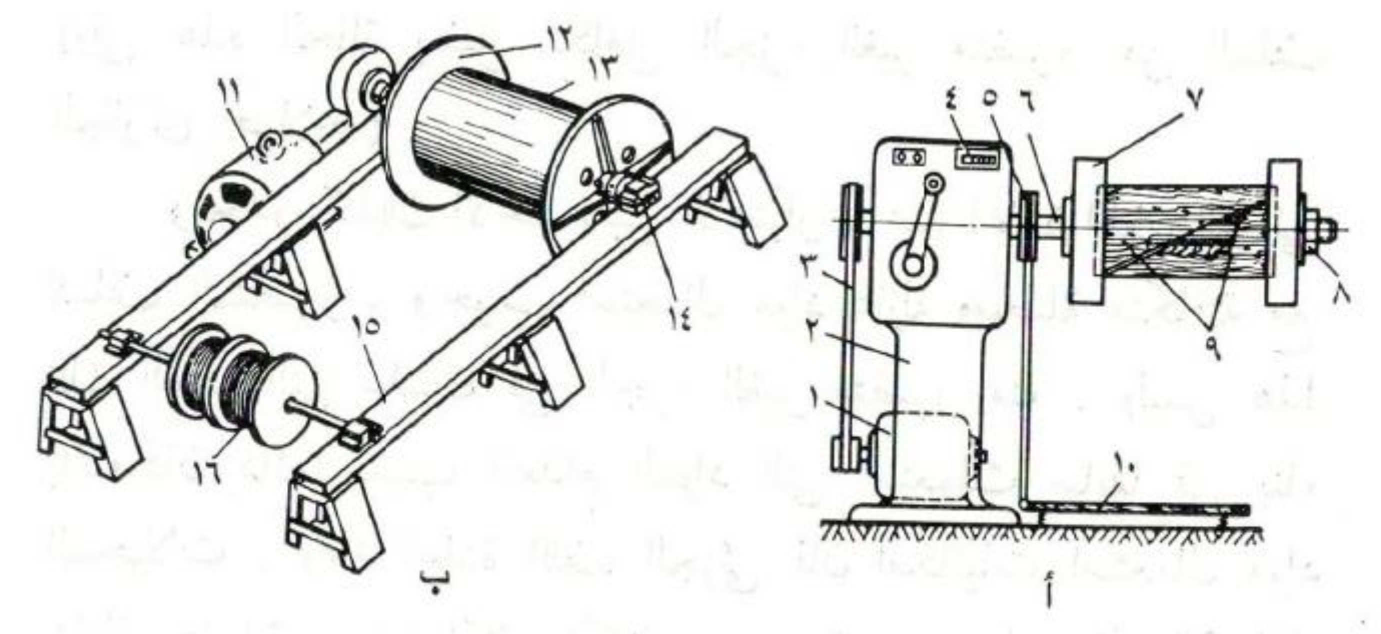

الشل ٦٣ . مخطط مكنة خاصة بلف الورق :
١ و ٦ – اسطوانتا الاستقبال والسحب ، ٢ و ١١ – تجهيزتا الاستقبال والاستعدال، ٣ – آلية ادارة احتكاكية ، ٤ – ممدد السلك ، ٥ – درفيل كبس ، ٧ و ١٠ – جلبات ، ٨ – بكرات الورق ، ٩ – مراكز لف الورق ، ١٢ – بكرة السلك ، ١٣ – عربة النقل ، ١٤ – محرك كهربائي ، ١٥ – قارنة ، ١٦ – مخفض سرعات

(وفى هذه الحالة يختل تكامل الجزء الغير متضرر من الملف الجارى اصلاحه) .

ويجدر كذلك الاخذ بعين الاعتبار ، عند اعادة اللف الجزئى للملف المتضرر ، وجوب استعمال مواد عازلة وموصلة متكافئة مع تلك المواد التى سلمت فى الجزء الغير متضرر منه . وليس هذا بالامكان دائما بسبب انعدام المواد التى استعملت سابقا فى بناء المحولات . وعند اعادة اللف الجزئى فان امكانيات استعمال مواد عازلة جديدة بجودة اكثر تكون محصورة بسبب احتمال الاخلال بوحدة (تكامل) عازل الملفات .

لقد تبين من تشغيل المحولات ذات الملفات التى اعيد لفها جزئيا بان طول فترة عملها أقصر بمرتين او ثلاث مما هو فى المحولات ذات الملفات التى اعيد لفها كليا . ولذا فانه من المناسب فى كل حالة ، عند ضرورة اصلاح الملفات المتضررة جزئيا ، وضع حل لمسألة امكانية استبدالها بملفات اعيد لفها من جديد .

لف الملف الجديد . يقام بانجاز لف (تجهيز) الملف الجديد حسب نموذج الملف المتضرر او يستعان بحسابات ورسومات الملف . ويقام بلف الملف الجديد على مكنات اللف ، التى يعتمد اختيارها على ابعاد وتصميم الملف . وتقسم مكنات اللف تبعا لوضع خط محور الدوران الى مجموعتين اساسيتين : ذات محاور دوران افقية ورأسية . وللقيام بلف ملفات المحولات ذات الاحجام I – III تستخدم عادة مكنات لف ذات محاور دوران أفقية ، واما للمحولات ذات الحجم IV فما فوق فتستخدم مكنات لف ذات محاور دوران افقية او عمودية على حد سواء . ويرد ادناه وصف




الشكل ٦٤ . مكنات لف ملفات محولات القوى :
أ – كابولية ، ب – سقالية ؛ ١ و ١١ – محركات كهربائية ، ٢ – حامل ، ٣ – ناقل حركة بالسيور ، ٤ – عداد ، ٥ – قارنة وصل ، ٦ – عمود دوران المكنة ، ٧ – قرص من التكستوليت ، ٨ – صمولة ، ٩ – اسافين الشبلونة ، ١٠ – دواسة (بدال) ، ١٢ – قرص من الصلب ، ١٣ – شبلونة قابلة للنزع ، ١٤ – كرسى تحميل خشبى قابل للنزع ، ١٥ – هيكل ارتكاز من عوارض بمقطع على هيئة قناة من الصلب ، ١٦ – اسطوانات دوارة مع سلك اللف

مختصر لتركيبات اجهزة ومكنات لف ذات محاور دوران افقية .

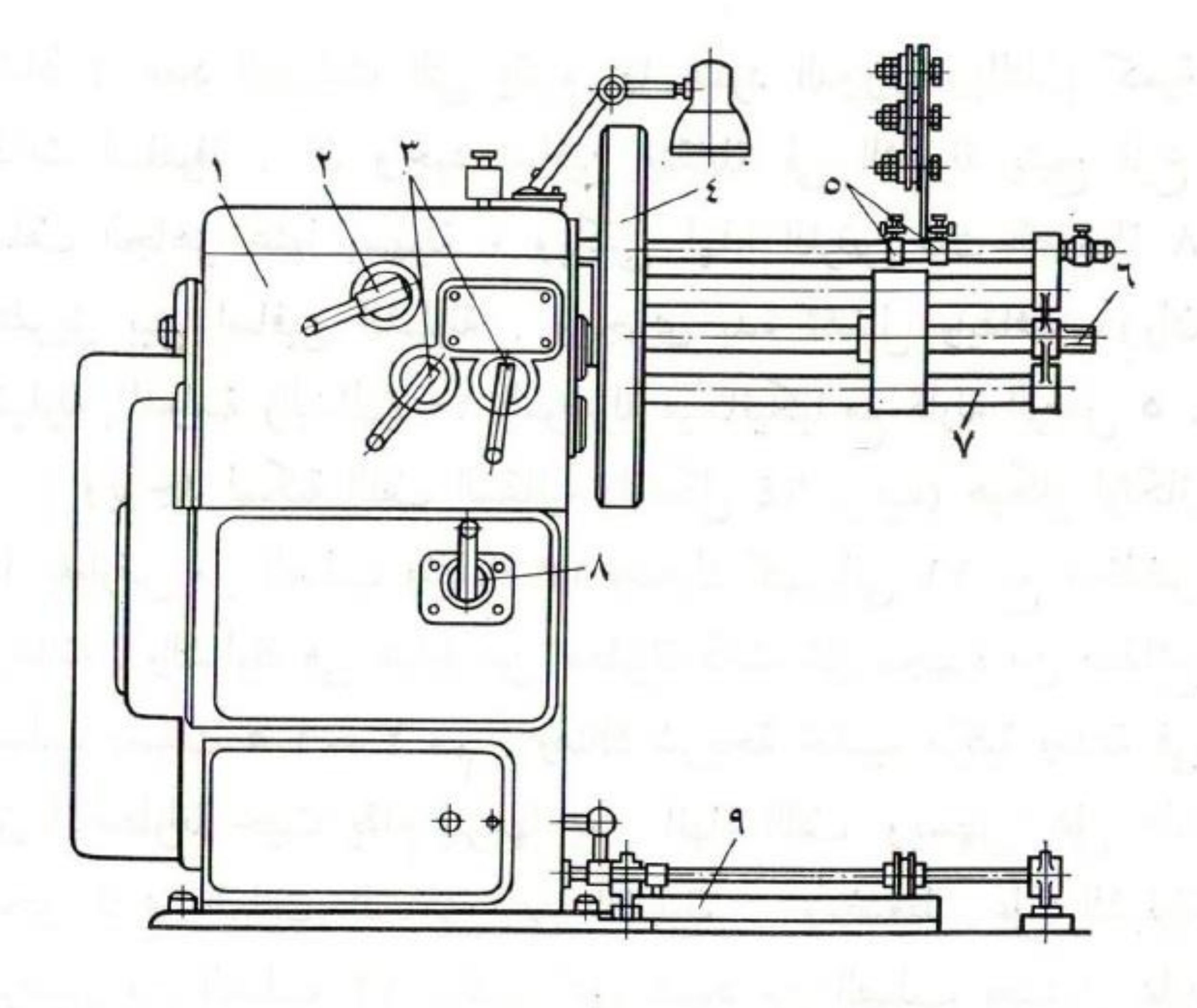
ان مكنة اللف ذات التصميم الكابولى مع الشبلونات الخشبية مخصصة للف ملفات المحولات ذات الاحجام I و II . واما مكنة اللف السقالية مع الشبلونات الفولاذية القابلة للفك فتستخدم للف ملفات المحولات ذات الاحجام II و III .

وتتكون مكنة اللف ذات التصميم الكابولى (الشكل ٦٤ ، أ) المستخدمة للف ملفات المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠ كيلوفلط أمبير من محرك كهربائى ١ مركب على الحامل ٢ ومثبت على عمود دوران المكنة ٦ لشبلونة اللف المكونة من اسفينين خشبيين متقابلين ٩ مضغوطين بين القرصين ٧ المثبتين بالصمولة ٨ . ويبين

العداد ٤ عدد الدورات التى يقوم بها عمود الدوران وبالتالى كمية اللفات الملفوفة . ان وجود اسافين متقابلة فى الشبلونة يتيح نزع الملف الجاهز عنها بسهولة ؛ ويكفى لهذا الغرض فك الصمولة ٨ والتفريق بين اسافين الشبلونة . ويجرى بدء تشغيل وايقاف دوران الشبلونة بالدواسة (البدال) ١٠ الموصولة ميكانيكيا مع قارنة الوصل ٥ .

ويوجد لمكنة اللف السقالية (الشكل ٦٤ ، ب) هيكل ارتكاز ١٥ بعوارض من الصلب وشبلونة ١٣ ومحرك كهربائى ١١ مع مخفض سرعات . والشبلونة هى عبارة عن اسطوانة ذات شق مجهزة من صفائح الصلب بسمك ١,٥ — ٢ مم . وهناك شريحة خشبية مركبة ومثبتة فى شق الاسطوانة حيث يقام بنزعها بعد انهاء اللف ويسهل على هذا النحو نزع الملف الجاهز عن الشبلونة . ويضغط على الشبلونة بقرصين من الصلب ١٢ مركبين على عمود من الصلب ومثبتين عليه بصمولة . وتوجد فى الاقراص شقوق شعاعية (نصف قطرية) بيضوية الشكل ، موزعة بمسافات متساوية عن بعضها البعض . وتركب فى شقوق الاقراص كامات تستخدم لتثبيت الشبلونة عليها . ان وجود الشقوق مع الكامات فى الاقراص يسمح بتثبيت شبلونات عليها بمختلف الاقطار وبالتالى بلف ملفات لمحولات تصل استطاعتها الى ٤٠٠٠ كيلوفلط أمبير ضمنا .

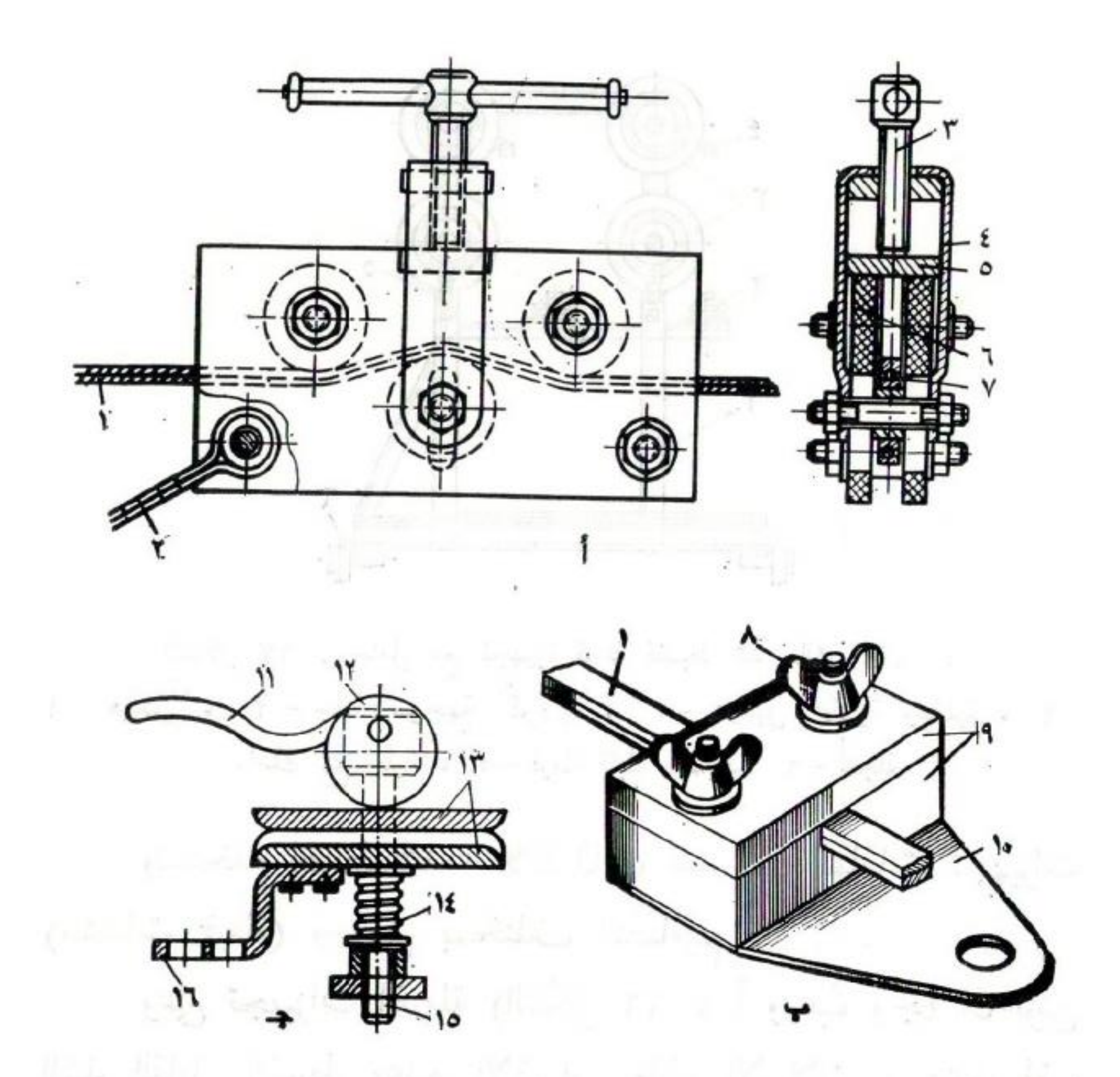
ان مكنة اللف الظاهرة فى الشكل ٦٥ هى الاكثر حداثة وتتكون من : الرأس الامامى الثابت ١ مع المقابض الموزعة عليه ٢ لفصل عمود الدوران و ٣ لتبديل سرعة الدوران و ٨ للعكوس اليدوى للقفص الحامل ؛ القرص الامامى ٤ ؛ القفص الحامل ٧ مع آلية العكوس ؛ المساند ٥ للوضع على نظام العكوس الاوتوماتى ؛ دواسات ٩ للتحكم




الشكل ٦٥ . مكنة محسنة للف ملفات محولات القوى :
١ – المجموعة الامامية للرأس الثابت ، ٢ – مقبض فصل عمود الدوران ، ٣ – مقابض تبديل سرعة الدوران ، ٤ – قرص امامى ، ٥ – مساند للوضع على نظام العكوس الاوتوماتى ، ٦ – مربعة لنقل القفص الحامل للمتحرك الذاتى يدويا ، ٧ – القفص الحامل وآلية العكوس ، ٨ – مقبض العكوس اليدوى للقفص الحامل ، ٩ – دواسة التحكم فى القارنة الاحتكاكية

فى القارنة الاحتكاكية بالقدم . وتستخدم المربعة ٦ لنقل القفص الحامل للمتحرك الذاتى يدويا .

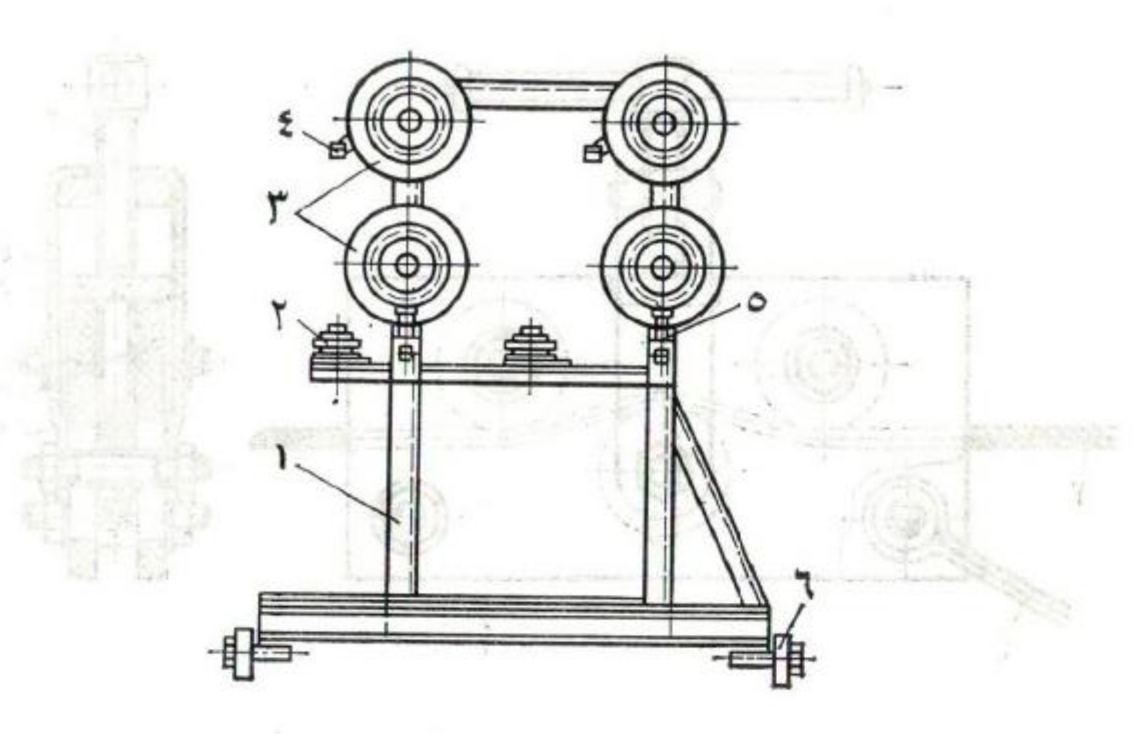
وبفضل وجود القارنة الاحتكاكية المخروطية التى يجرى تشغيلها بالدواسة ٩ بالقدم ، يتم ضمان الشد التدريجى لسلك اللف ووضع اللفات بانتظام اثناء عملية تجهيز الملف . ان التحكم فى المكنة بالقدم يسمح بتحرير العامل ، المشغول بوضع لفات




الشكل ٦٦ . مشدات لتأمين شد السلك عند لف الملفات :
أ – لولبى ، ب – ملزمى ، جـ – مختلف المركز (لامتمركز) ؛ ١ – سلك اللف ، ٢ و ١٦ – قطعة وحامل تثبيت المشد، ٣ – برغى شد ، ٤ – قامطة ، ٥ و ١٣ – شرائح سند وفرملة ، ٦ – ملاطم ، ٧ – كرسى تحميل ذو كريات ، ٨ – برغى مع صمولة مجنحة ، ٩ – شفاه شد ملزمية من التكستوليت ، ١٠ – قاعدة المشد (صفيحة من الصلب بسمك ٣ مم) ، ١١ – مقبض ، ١٢ – قرص لامتمركز ، ١٤ – زنبرك ، ١٥ – برغى عادى

الملف ، من ضرورة تحويل الانتباه مباشرة عن اللف الى التحكم فى المكنة يدويا .

وتزود مكنات اللف بالشبلونات وبمعدات الشد وبحوامل مع اجهزة الشد للاسطوانات مع اسلاك اللف .




الشكل ٦٧ . حامل مع تجهيزة فرملة لضبط شد سلك اللف :
١ – هيكل ، ٢ – جلبة موجهة كروية ، ٣ – درافيل علوية وسفلية ، ٤ – ماسك مع جلبة ، ٥ – فرملة قابلة للضبط ، ٦ – عجلة

وتستخدم لضبط شد اسلاك اللف عند لف الملفات تجهيزات (مشدات فرملة) وحوامل بمختلف التصاميم .

وعلى تجهيزات الفرملة (الشكل ٦٦ ، أ و ب وج) ان تؤمن الشد القابل للضبط وعدم الاضرار بعازل الاسلاك ، وعند لف الملفات اللولبية ان تسمح بالاستبدال السريع لوضع الاسلاك بالنسبة لبعضها البعض اثناء انجاز المواضع الانتقالية للمجموعات والعامة منها ، وان توجد لها عند لف الملفات المستمرة تجهيزة للفرملة الجاسئة عند شد الوحدات ببعضها .

ويتكون الحامل مع تجهيزة الفرملة (الشكل ٦٧) من : هيكل ملحوم ١ مركب على اربع عجلات ٦ قادرة على التحرك بموازاة شبلونة مكنة اللف ؛ جلبات موجهة كروية ٢ ، قادرة على التأرجح فى اوقابها ؛ درافيل ٣ مع قنوات ؛ مواسك ٤ مع جلبات ؛ فرامل قابلة للضبط ٥ . والحامل معد لبكرتين من اسلاك اللف مستديرة

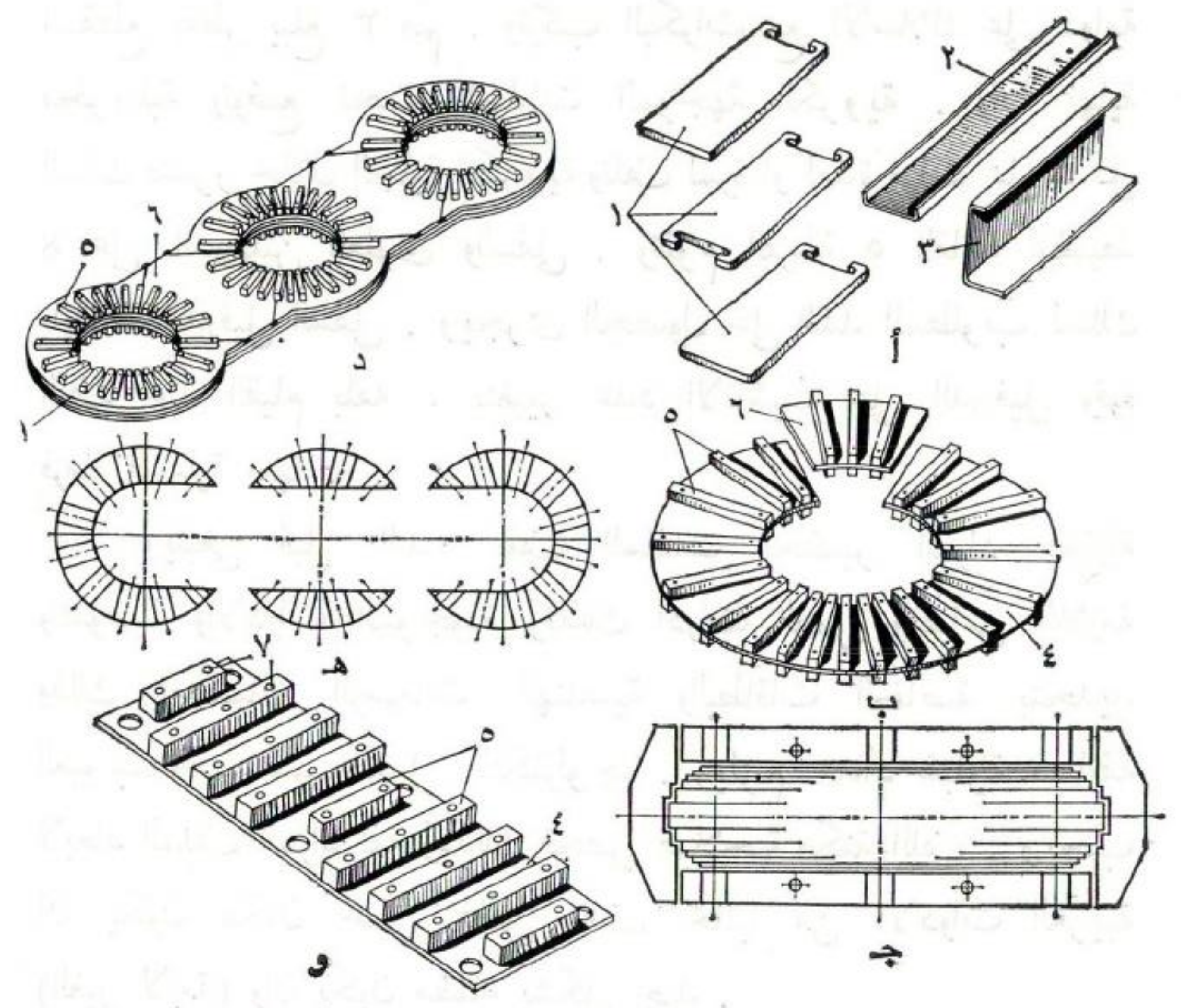
المقطع بقطر يبلغ ٣ مم . وتركب البكرات مع الاسلاك على دوامة مخروطية وتوضع تحت الجلبات الموجهة الكروية . واما نهاية السلك فتمرر خلال الجلبة الكروية وتلف لمرة او لعدة مرات على شكل 8 على الدرفيلين العلوى والسفلى . وتقوم الفرملة ٥ القابلة للضبط بايقاف الدرفيل السفلى . ويجرى الحصول على الشد المطلوب لسلك اللف عند القيام بلفه ، بتغيير عدد الاناشيط على الدرافيل وقوة فرملة السفلية منها .

وينبغى قبل البدء بلف الملفات تحضير المواد العازلة والموصلة والادوات الموجودة وكذلك ادوات العمل والقياس اللازمة وذلك باستعمال الرسومات الهندسية والبطاقات الخاصة بتحديد العيوب وخط سير العمل والتكنولوجيا . ويلزم اعداد شبلونة مطابقة لابعاد الملف المراد لفه وكذلك فحص صلاحية مكنة اللف . ويجب ان يكون مكان عمل عامل اللف خاليا من الادوات الغريبة (الغير لازمة) وان يكون مضاء بشكل جيد .

ويقام عند تجهيز وتجميع وتركيب الملفات باستعمال الورق (الخاص بالكابلات والتليفونات) والكرتون الكهربائى وقطع خشبية كمواد عازلة وكذلك هياكل عازلة من هذه المواد (الشكل ٦٨) .

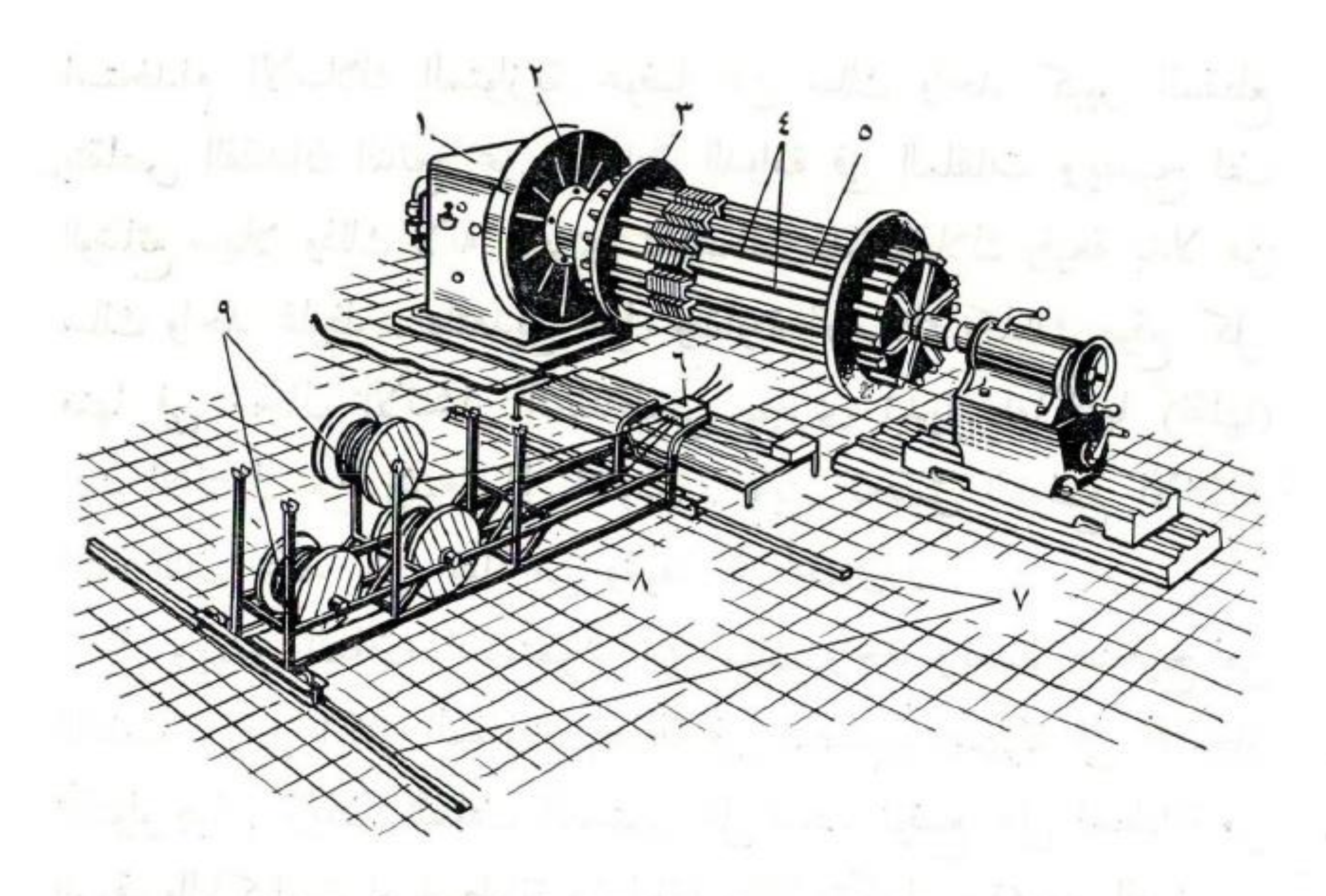
وتلف اسلاك الملف عادة على اسطوانة من الورق والباكيليت ؛ ويستخدم ورق الكابلات والتليفونات على الاغلب كعازل ما بين الطبقات والكرتون كحشوات او قطع عازلة مشكلة بالختم او ملصقة ببعضها واما الهياكل العازلة فتستعمل كعازل تعديل او عازل للنير .

ويشاهد فى الشكل ٦٩ توزيع المعدات والتجهيزات عند الاستعداد للف الملفات . ان الشبلونة المعدنية (الاسطوانة) ٥ مركبة على مكنه اللف . وتكون الشبلونة ملبسة بالوردات ٣ ذات الشقوق




الشكل ٦٨ . عوازل مسبقة التجهيز للمحولات المملوءة بالزيت :
أ – قطع العزل ، ب – عازل النير لمحول يعمل على فلطية قدرها ٣٥ كيلوفلط بقطاع قابل للتنزع ، جـ – عازل تعديل من شرائح خشبية ، د – عازل النير لمحول يعمل على فلطيات قدرها ١١٠ و ١٢٠ كيلوفلط ، هـ – عازل تعديل من الواح الكرتون الكهربائي مع حشوات ملصقة عليها ، و – «قنطرة» عازلة ؛ ١ و ٥ – حشوات ، ٢ – علبة ، ٣ – لوحة ، ٤ – وردة (صفيحة) ، ٦ – قطعة مكملة ، ٧ – برشامات خشبية

المثبتة فيها القدد ٤ مع طقم حشوات تباعد من الكرتون الكهربائي . وتكون هناك سكة حديد ٧ ممددة امام مكنة اللف حيث تسير عليها العربة الناقلة ٨ مع الاسطوانات ٩ الخاصة بسلك اللف . وللحصول على الشد اللازم لسلك اللف تركب على عربة النقل تجهيزة الشد ٦ القابلة للضبط . واما ادارة المكنة فتتم بالدواسة ، بالقدم .



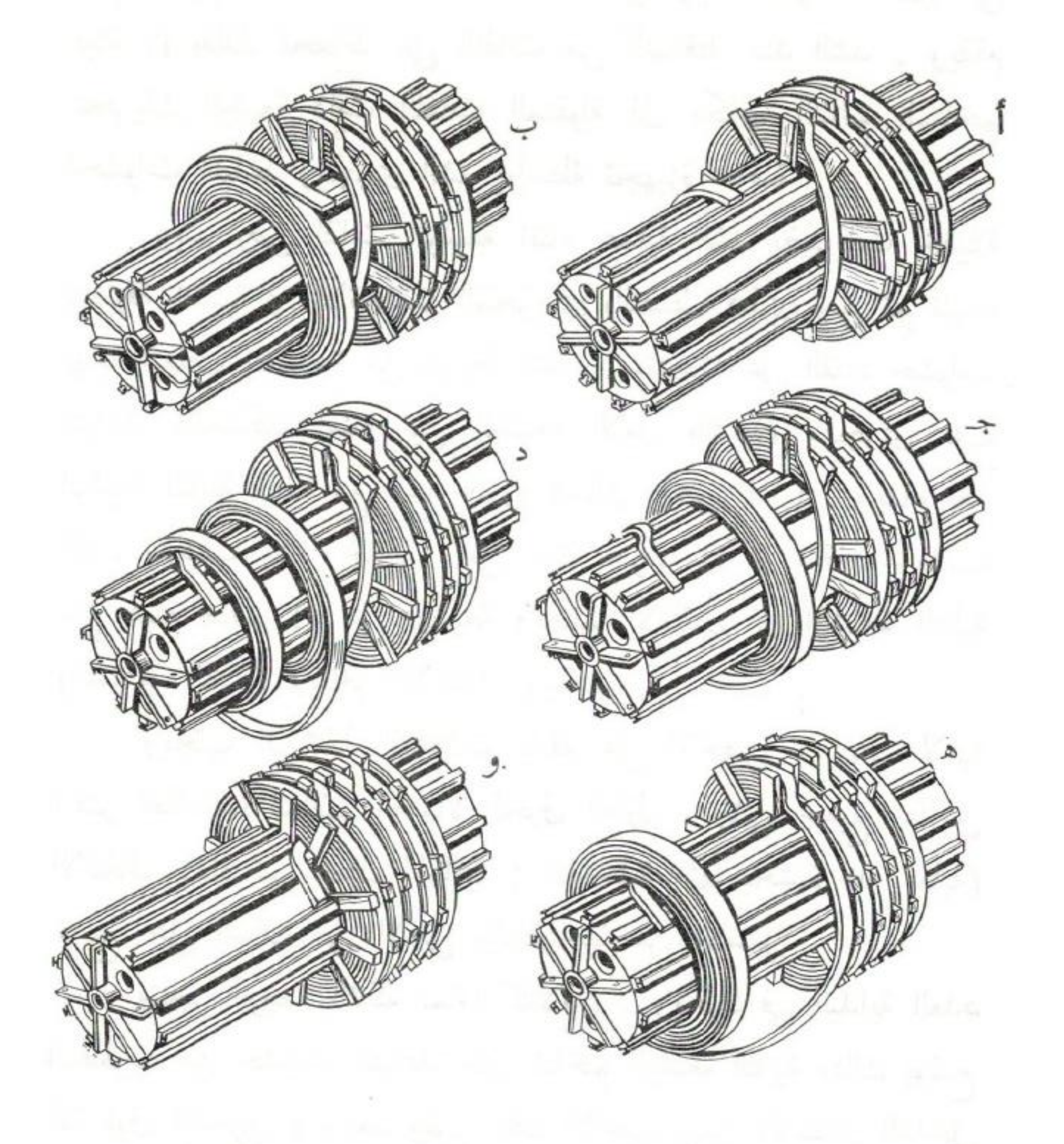

الشكل ٦٩ . توزيع المعدات والتجهيزات عند الاستعداد للف الملفات :
١ – المجموعة الامامية للرأس الثابت (آلية الحركة) لمكنة اللف ، ٢ – قرص امامى ، ٣ – وردة لتركيب القدد ، ٤ – قدد ، ٥ – اسطوانة من الصلب ، ٦ – تجهيزة الشد ، ٧ – سكة حديد ، ٨ – عربة ناقلة ، ٩ – اسطوانات عليها اسلاك اللف

ويقوم بلف الملفات عامل اللف وليس ميكانيكى اصلاح المحولات ، ومع ذلك يجب ان يكون الأخير ملما بشكل عام بتكنولوجيا اعمال اللف وبالمعدات التى يتم بواسطتها اصلاح وتجهيز ملفات المحولات . وبقصد التعريف على العمليات التكنولوجية الاساسية لاعمال اللف يرد ادناه وصف للطريقة الأكثر شيوعا للف الملفات المستمرة فى المحولات ذات الاحجام من I الى IV .

ويدعى الملف بالمستمر (انظر الشكل ٣٩ ، د) لانه يجرى فيه الانتقال من وشيعة الى اخرى بدون قطع السلك . وقد تكون لفات الملف المستمر من سلك واحد او من عدة اسلاك متوازية . وعند

استخدام الاسلاك المتوازية عوضا عن سلك واحد كبير المقطع بتقلص الفقدان الناتج عن التيارات الدوامة فى الملفات ويصبح لف الوشائع سهلا وذلك لانه يجرى استعمال عدة اسلاك رفيعة بدلا من سلك واحد غليظ . ولتعديل طول ومقاومة الاسلاك وكذلك موقع كل منها فى مجال الانتشار المغناطيسى يجرى تبديل اماكنها (نقلها) عند الانتقال من وشيعة الى اخرى . ويتم تحقيق الموضع الانتقالى اثناء اللف عند كل نقلة من وشيعة الى أخرى .

ويبدو الملف المستمر ، من سلك واحد وبعدد صحيح من اللفات ، من اكثر الملفات بساطة فى التصميم وسهولة فى الانجاز تكنولوجيا . ويلف الملف المستمر على قدد، توضع على اسطوانة من الورق والباكيليت او اسطوانة (شبلونة) مؤقتة (تكنولوجية) من الصلب . ويباشر باللف بعد انجاز الاعمال التحضيرية وترتيب المعدات والاجهزة (انظر الشكل ٦٩) . تثبت نهاية السلك حسب الطول المطلوب فى شق الشبلونة لتركيب القدد ويرخى شد سلك اللف ومن ثم وبعد تشغيل مكنة اللف يباشر بلف الوشيعة المتنقلة الاولى (على دفعات) . ويقام فى البداية بلف (بدون شد) لفات الوشيعة المؤقتة (الشكل ٧٠ أ و ب) وينجز الانتقال الى الوشيعة التالية (الشكل ٧٠ ، ج) . ومن ثم يجرى يدويا تنقيل لفات الوشيعة الملفوفة مؤقتا (الشكل ٧٠ ، د و ه) ويعاد بالوشيعة كلها الى مكانها السابق وتشد اللفات حتى الوصول الى القياس الشعاعى (النصف قطرى) المعطى (الشكل ٧٠، و) . ويتم انجاز تنقيل لفات الوشيعة الملفوفة مؤقتا واحدة تلو الاخرى وفى تعاقب معاكس للف ؛ ترفع فى البداية اللفة العليا وتوضع على القدد ، ومن ثم ترفع اللفة التالية وتوضع على الاولى وهلمجرا . وعندما يتم وضع آخر لفة (السفلية) على اعلى الوشيعة الحاصلة بعد التنقيل




الشكل ٧٠ . عملية لف وشائع الملف المستمر من سلك واحد :
أ – انجاز الانتقال الخارجى للوشيعة الثابتة ولف اللفة الاولى للوشيعة المتنقلة ، ب – لف لفات الوشيعة المؤقتة ، جـ – انجاز الانتقال للوشيعة المتنقلة ، د – تنقيل لفات الوشيعة المؤقتة ، هـ – التنقيل المنتهى للفات الوشيعة ، و – وشيعة متنقلة بانتقال داخلى للف الوشيعة الثابتة

يقام بتركيب اربعة – ثمانية مشدات خشبية (تبعا لقطر الملف) على هيئة Π وذلك للحفاظ على اللفات من التساقط عند الشد . ويقام بتحريك الوشيعة ذات اللفات المنقولة الى مكانها الدائم المتاخم لحشوات التباعد ويجرى الشد بواسطة تجهيزة خاصة .

ويتم رص لفات الوشيعة اثناء عملية الشد بضربات خفيفة بمطرقة خشبية فى الاتجاهين المحورى والنصف قطرى ومن ثم تثبت نهاية الملف بضمادة من شريط التفتا . وتتحرك على القدد حشوات التباعد (المشكلة لقناة بين الوشيعة الاولى والثانية) ويجرى لف الوشيعة الثابتة الثانية مع الشد اللازم للسلك ورص لفاتها . ويقام بعد اللف بتركيب مشد خشبى على هيئة حرف Π او ملقط – مثبت على هيئة حرف Π على الوشيعة ويعلّم الانتقال الى الوشيعة التالية (المتنقلة الثالثة) وينجز الانتقال ويستمر فى اللف .

ويجب ان تنفذ التنقلات بدقة على الاخص ، وذلك لانها اكثر قطاعات الملف احتمالا لخرق العازل . وتثنى جميع اماكن الانتقال باداة ثنى وتعزل اضافيا : الداخلية منها بحشوة (او بعلبة) توضع على السلك من الاعلى والخارجية من الاسفل .

وتنجز الوحدة الثالثة تماما كالاولى . ويحرك فى البداية العدد المطلوب من حشوات التباعد حتى تتاخم الوشيعة الثانية وذلك بوضع لفة فوق الاخرى ؛ وبعد وضع اللفة الاخيرة ينجز الانتقال الداخلى الى الوشيعة الرابعة (الثابتة) ويجرى التنقيل وشد اللفات كما هو مذكور اعلاه . وبعد وضع الحشوات بين الوشيعتين الثالثة والرابعة يجرى لف الوشيعة الرابعة (الثابتة) وينجز الانتقال الخارجى من الوشيعة الرابعة الى الوشيعة الخامسة ويستمر فى لف الوشائع التالية وذلك بتكرار السبل التكنولوجية للف الوشائع المتنقلة والثابتة .

لقد رأينا سابقا تكنولوجيا لف الملف المستمر المكون من سلك واحد . وعندما تكون لفات الملف المستمر مكونة من عدة اسلاك متوازية يقام بعملية اللف تماما كما فى حالة اللف بسلك واحد باستثناء اجراء التنقلات من وشيعة الى اخرى .

وغالبا ما يستعمل سلك من الالومنيوم للملفات المستمرة فى المحولات ذات الاحجام I – II واما فى المحولات ذات الاستطاعات الكبيرة فيستخدم سلك من النحاس .

ويقام بلف الملفات المستمرة للفلطيات البالغة ٣٥ كيلوفلط بسلك ذى عازل طبيعى بسمك ٠,٤ – ٠,٥٥ مم لناحيتين . واما للفلطية ١١٠ كيلوفلط فيستعمل سلك ذو عازل مقوى بسمك ١,٢ – ١,٣٥ مم . وعلاوة على ذلك توجد للملفات العاملة على فلطية ١١٠ كيلوفلط وشيعتان من كل طرف ملفوفة بسلك ذى عازل مقوى بسمك ١٫٦٨ – ١٫٩٢ مم لناحيتين وذلك للمتانة الكهربائية الاكبر.

وللحماية من فرط الفلطية المحتمل الذى غالبا ما ينشأ فى خطوط نقل التيار يقام بتزويد الملف المستمر للفلطية العالية العامل على فلطية قدرها ١١٠ كيلوفلط واكثر بحماية فراغية جزئية على شكل لفات حاجبة وحلقات فراغية معدلة للمجال الكهربائى فى وشائع الادخال للملف . ويقام بوضع اللفات الحاجبة من سلك ذى عازل مقوى مباشرة على وشائع الادخال للملف واما الحلقات الفراغية فتركب مستقلة على اطراف الملف . والحلقة الفراغية هى عبارة عن حلقة مضغوطة (وردة) من الكرتون الكهربائى مغلفة بورق مفضض معدنى (ببعض التباعد للحيلولة دون اللفة المقصرة) ومعزولة بورق الكابلات . ويتم توصيل نهايات الاخراج عن اللفات الحاجبة والحلقة الفراغية باللحام القصديرى معا ومن ثم تلحم مع لفة البداية للملف .

وقد لاقت الملفات المستمرة ذات الميزات المتعددة بالمقارنة مع الملفات ذات الانماط والتصاميم الاخرى ، انتشارا واسعا فى المحولات ذات الاستطاعات والفلطيات المختلفة . والميزة الاساسية لها — الصمود الكبير للقوى المحورية الناجمة عن تقصيرات الدائرة . ويوجد للملف المستمر سطح طرفى كبير يسمح باكمال الكبس فى الاتجاه المحورى عند ارتخائه .

ويجرى لف الملفات ذات الأنماط الأخرى (اللولبية مثلا) مع مراعاة المطالب التكنولوجية الاساسية المقدمة عند لف الملف المستمر . وبعد اخذ هذا بعين الاعتبار فان وصف تكنولوجيا تجهيز ملفات جديدة قد ورد فى مثال لف ملف من نمط وتصميم واحد هو الملف المستمر .

تجفيف وكبس الملف . يعرض الملف المجهز من جديد الى التجفيف ويقام لهذا الغرض مسبقا بشده (كبسه) فى شرائح خاصة والا فانه يمكن ان يتساقط (ينفلت) عند نقله الى مكان انجاز العمليات التكنولوجية اللاحقة — التجفيف والكبس .

ويجرى شد (ضم) الملف بواسطة شرائح مستديرة من الصلب فيها ثقوب وصبالم شد . ولانجاز الشد يقام بتركيب الشرائح على اطراف الملف وادخال صبالم الشد فى ثقوب الشرائح ويقام مع لف الصواميل بانتظام بشد (ضم) الملف على الصبالم بدرجة من الشدة بحيث لا ينفلت عند نقله الى مكان انجاز العملية التالية — التجفيف .

والتجفيف هو عملية هامة تزيد من نوعية الملفات وتطيل من مدة استخدامها . وهو مخصص لازالة الرطوبة التى يخفض وجودها فى العازل الورقى بحدة من المتانة الكهربائية ومدة خدمته .

ويقام بتجفيف الملفات العاملة على فلطيات تبلغ ٣٥ كيلوفلط عند حرارة لا تزيد عن ١٠٥°م فى غرف تجفيف عادية ، مزودة بتهوية سحب وبتسخين كهربائى او بخارى . واما تجفيف الملفات ذات الفلطية البالغة ٣٥ كيلوفلط واكثر فيجرى فى غرف تجفيف تفريغية . ان افضلية هذا النوع من التجفيف قائمة على اساس انه بعد تسخين الملف ينشأ فرق فى الضغوط (بفضل التفريغ فى الغرفة) بين الطبقات الداخلية والخارجية للعازل مما يساعد فى الخروج المكثف للرطوبة الى السطح وتبخرها السريع .

وفى البداية كان الملف مشدودا (مضموما) بين شرائح الشد بحيث كان بالامكان نقله فقط بدون التخوف من انفلاته . وان الشد الاقوى من ذلك للملف بالشرائح لحال دون التبخر المكثف للرطوبة من عازله . ولذا يقام بعد التجفيف باكمال كبس الملف الذى يجرى بواسطة مكبس هيدروليكى بدون نزع الشرائح او بشد الصواميل على صبالم شرائح الشد الى ان يبلغ قياس الملف فى الاتجاه المحورى القيمة المطلوبة .

ويقام بعد التجفيف والكبس باعمال تشطيبية للملف : تفحص قياساته ، يجرى التخلص من ميلان الوشائع (بواسطة اسافين) ، تقص الاجزاء البارزة من القدد والاسافين ، تعزل القطاعات المتضررة من العازل ، تجلس اماكن انتقال الاسلاك البارزة بالطرق ، توجه شرائح العازل المزاحة تحت اماكن الانتقال ، تحدد وتزال عيوب الملف الاخرى التى ظهرت اثناء اللف او التجفيف او الكبس .

ويعرض الملف الجاهز كذلك بعد انتهاء اللف والتجفيف والكبس لفحوصات واختبارات مختلفة وذلك بهدف مراقبة النوعية وتحديد صحة العمليات المنجزة لتجهيزه .

ويرسل الملف الجاهز الى قسم التجميع او يوضع فى قفص خاص يحول دون تشوهه ويرسل للحفظ فى غرفة جافة مدفئة .

## البند ٢٧ . اصلاح الموصلات المغناطيسية

تحتاج الموصلات المغناطيسية الواردة الى حيز الاصلاح على الاغلب الى اصلاح جزئى ، ونادرا ما تحتاج الى اصلاح مع الفك الشامل واعادة حشو الصلب الفعال .

وليس هناك داع للفك الشامل عند الاصلاح الجزئى للموصل المغناطيسى . ويقام بالاصلاح الجزئى عند وجود اضرار طفيفة فى الصلب الفعال او فى القطع المستقلة للموصل المغناطيسى ، فمثلا عند حدوث التقصيرات المحلية والانصهارات الصغيرة لصفائح الصلب الفعال والاضرار بالقطع العازلة وارتخاء قطع الشد لعوارض النير وتكوين تقعرات وماشابهها .

ويقام بتنظيف بؤر الاحتراق والانصهار فى الصلب الفعال بازالة نوام المعدن المتشكلة بحجر جلخ مجلس على محور مكنة التثقيب الكهربائية او بقطعها بازميل . ويقام بعد تنظيف القطاع المتضرر من نوام المعدن بارخاء صفائح الموصل المغناطيسى جزئيا على هذا القطاع وتفصل الصفائح الملحومة بحوافها عن بعضها البعض ، وتزال النتوءات عن حواف الصفائح وبعد تنظيف هذا القطاع من بقايا العازل القديم والبرادة المعدنية يقام بعزل الصفائح مع وضع صفائح من ورق الكابلات أو التليفونات بينها .

وعند وجود تقعرات فى قضبان الصلب الفعال للموصل المغناطيسى يقام بارخاء صفائح القضبان هذه (يخفف من كبس القضيب وذلك بفك صمولة الصبلمة الكابسة بادارتها عدة دورات) ومن ثم بواسطة

اسافين خشبية يباعد ما بين الصفائح وبعد تقويم الحواف المثنية للصفائح بكماشة مسطحة توضع بينها شرائح عازلة من ورق الكابلات او التليفونات ويقام بواسطة الصبلمة الكابسة باعادة كبس القضيب .

وعادة ما يتبين فى الموصلات المغناطيسية الجارى اصلاحها بان المواسير من الورق والباكيليت ، العازلة لصبالم الشد عن الصلب الفعال متضررة كليا .

وعند انعدام المواسير من الورق والباكيليت ذات الابعاد المطلوبة ، وغالبا ما يحدث هذا عند اصلاح المحولات ذات التصاميم القديمة ، يقام بتجهيز المواسير على النحو التالى :

يقص ورق الكابلات على شكل شرائط بعرض يزيد بمقدار ٢٠ ــ ٢٥ مم عن طول الماسورة المطلوبة ويلف شريط الورق المقصوص على الصبلمة (او على قضيب معدنى آخر بقطر ملائم) مع طلاء كل طبقة من الورق (ماعدا اول ثلاث طبقات ملتصقة مع الصبلمة) بالورنيش الباكيليتى . وتحدد الكمية اللازمة من طبقات الورق بسمك جدران الماسورة (ويجب ان يتطابق سمك جدران الماسورة وابعادها مع نفس معطيات الماسورة ذات التنفيذ المصنعى)، ولتلافى انفلات الورق الملفوف على الصبلمة يقام بوضع ضمادة مؤقتة من شريط التفتا على طول الصبلمة ولكن بمسافات بين اللفة والثانية ومن ثم تحمص فى خزانة لمدة ٣ ــ ٤ ساعات عند حرارة لا تزيد عن ١٠٥° م . وبانتهاء التحميص تزال الضمادة المؤقتة وتقص اطراف الماسورة باستقامة طبقا للقياس المطلوب وتنظف بازالة نوامات الورنيش الباكيليتى والاعوجاجات عن سطحها .

ويمكن كذلك تجهيز المواسير العازلة من الكرتون الكهربائى بسمك ٠,٥ ــ ١ مم . ويقام قبل اللف بترطيب شريط الكرتون

الكهربائى بالماء قليلا . وتطلى الطبقة الاخيرة من الكرتون الكهربائى الجارى لفه بالورنيش الباكيليتى ومن ثم تلف الماسورة باحكام بضمادة من شريط الكيبير وتحمص. وتنزع الضمادة بعد التحميص وتزال جميع الاعوجاجات والانتفاخات المحلية بسكين حاد وفى النتيجة تصبح الماسورة متكتلة ومتينة .

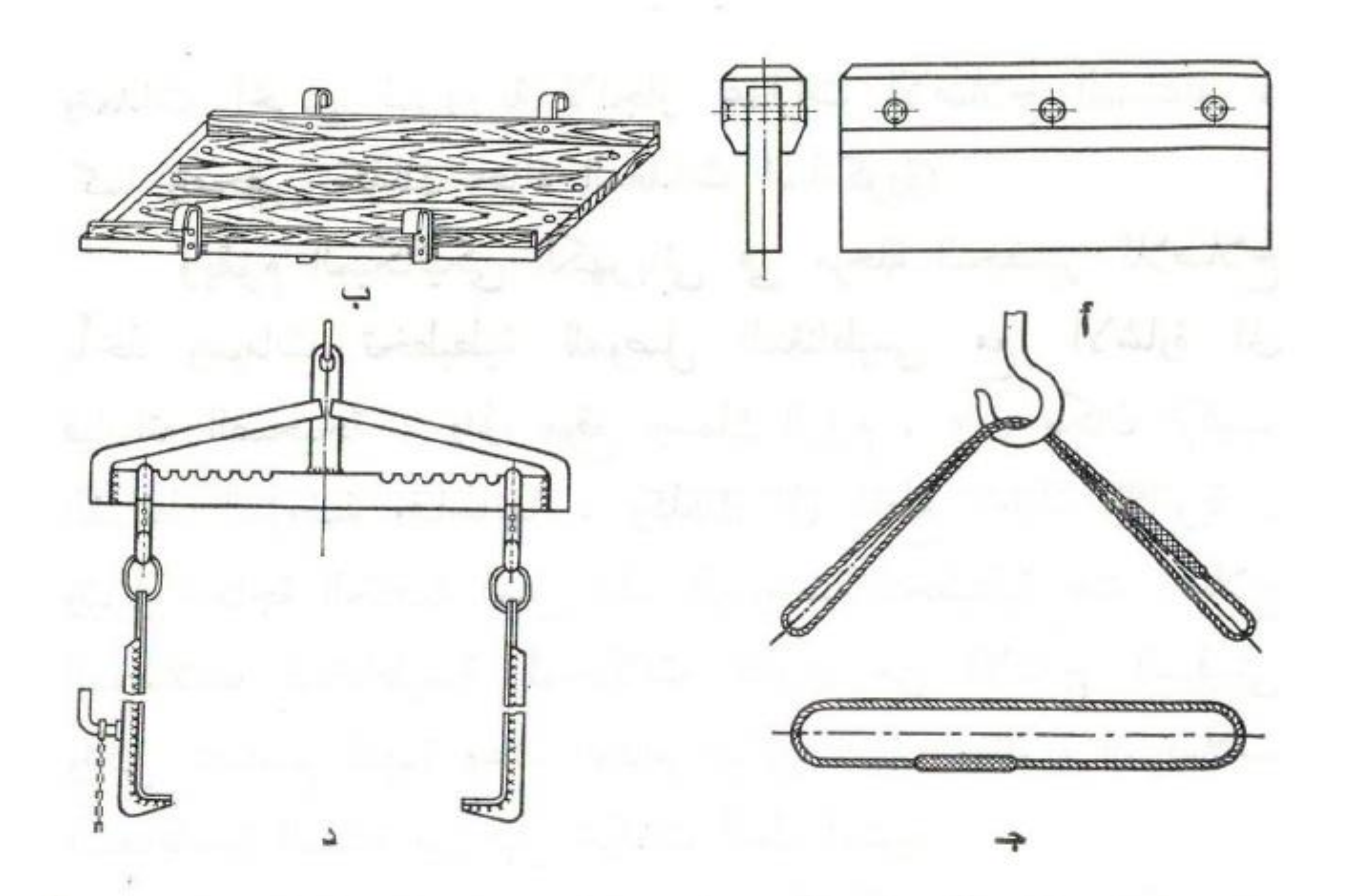
وتبرز الحاجة الى الاصلاح مع الفك الشامل واعادة الحشو عند الاضرار الجسيمة مثل «احتراق الصلب» الذى يمكن عنده ان يخرج من حيز العمل جزء كبير من القطع العازلة وصفائح الصلب الفعال للموصل المغناطيسى .

ويتكون اصلاح الموصل المغناطيسى مع صفائح الصلب الفعال المتضررة من الاعمال الاساسية التالية : التحضير للاصلاح وفك الموصل المغناطيسى وتنظيف وعزل الصفائح وغيرها .

التحضير للاصلاح . يدخل فى عداد الاعمال الخاصة بالتحضير للاصلاح :

— تحضير ساحة العمل (اضاءة مكان العمل ، ترتيب المعدات الثانوية والعدة اللازمة ، توزيع الادوات والمواد بشكل مريح للعمل ، التزود بوسائل السلامة المهنية واجراء الاسعاف الاولى وغيره) ؛

— انتقاء العدة والادوات ومن ضمنها طقم مفاتيح صواميل منها متحركة (كما للحنفيات) وطرفية ومطارق تجليس نحاسية (الشكل ٧١ ، أ) لتعديل صفائح الصلب وكشات خشبية (الشكل ٧١ ، ب) لنقل الصفائح المعالجة ، وطقم كامل من صبالم شد مطولة بقياسات مناسبة ، وطقم ازاميل ومطارق لاعمال البرادة ، وطقم مساكة ومقلوظات انثى للقلوظة وادوات تعمل على الكهرباء وغيرها من




الشكل ٧١ . الادوات المستخدمة عند فك وتجميع المحولات :
أ – مطرقة تجليس ، ب – كشة نقالة ، ﺟ – حبال تعليق ، د – موزع حمل مع اذرع سحب لنزع وتجليس الملفات

الادوات تحدد ضرورة استعمالها بتصميم الموصل المغناطيسى ؛

— تجهيز المواد الاساسية والثانوية (الصلب الكهربائى الصناعى والانشائى ذو الانواع والقياسات المطلوبة ، والكرتون العازل للكهرباء ، وورق الكابلات والتليفونات ، والورنيش الباكيليتى وورنيش خاص بعزل صفائح الصلب ، وقطع من اقمشة المسح ، وكيروسين ، ومستحلبات للغسل وغيرها) ؛

— التأكد من وجود المعدات والتجهيزات اللازمة (تواجد المقصات المقصلية لقطع الصلب والمواد العازلة ، المكبس والاختام لتجهيز صفائح جديدة من الصلب ، مكنة التثقيب مع طقم مثاقب بالقياسات المطلوبة ، مكنة الطلاء بالورنيش ، خزانة التجفيف

ومعدات اخرى ضرورية لانجاز عمليات الاصلاح المستقلة ، كما وتفحص كذلك حالة المعدات المذكورة) .

ويقوم الميكانيكى الكهربائى فى مرحلة التحضير للاصلاح بأخذ رسومات تخطيطية للموصل المغناطيسى مع الاشارة الى قياساته الصحيحة ، والى موقع وسمك الرزم ، والى مكان تركيب الشرائط المؤرضة وقياساتها ، وكذلك الى القطع العازلة والثانوية . وتبرز الحاجة الخاصة لمثل هذه الرسومات التخطيطية عند اصلاح الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى من الانتاج السوفييتى ولكن بتصاميم قديمة وعند انعدام الوثائق الفنية المطلوبة للموصلات المغناطيسية المعدة من قبل شركات لدول أجنبية .

وقبل البدء بالاصلاح ينبغى على ميكانيكى الاصلاح الكهربائى ان يتفحص بنفسه مرة اخرى تواجد الادوات والمواد اللازمة ، وكذلك حالة وسائل الحماية المتوفرة التى تقتضيها قواعد السلامة المهنية والارشادات المحلية عند انجاز عمليات اصلاح الموصل المغناطيسى .

فك الموصل المغناطيسى الجارى اصلاحه . ان تعاقب انجاز العمليات الاساسية لفك الموصل المغناطيسى يعتمد فى كل حالة على تصميمه والطريقة المرعية لكبس الانيار والقضبان عند التجهيز (او الاصلاح المتتابع) .

يستخدم كبس انيار الموصل المغناطيسى بانصاف الاطر ، وقضبانه باطر من الزجاج البلاستيكى منذ زمن غير بعيد نسبيا ، واما كمية المحولات الداخلة الى حيز الاصلاح بموصلات مغناطيسية كهذه فهى غير كبيرة . وقد جرى استخدام كبس صبلمى للانيار والقضبان فى الموصلات المغناطيسية لمعظم المحولات الداخلة الى

حيز الاصلاح ، ولذا يرد ادناه بالدرجة الاولى وصف طرق انجاز العمليات الاساسية لفك الموصلات المغناطيسية ذات الصبالم .

يبدأ فك الموصل المغناطيسى الصبلمى الجارى اصلاحه برفع عوارض النير العلوية وتفكيك النير العلوى . ويبدأ هذا الجزء من العمل بارخاء النير اى بفك الصواميل عن صبالم الشد . ويقام لهذا الغرض بادخال صبالم شد مطولة مؤقتة فى الثقوب على نهايات عوارض النير وتثبت بصواميل لتلافى انهيار عوارض النير اثناء الفك حينما تنزع صبالم الشد الدائمية . ويواصل ارخاء الصواميل بانتظام ومن ثم تفك الصواميل كليا عن صبالم الشد لعوارض النير العلوية حيث يقام بعدها باخراج الصبالم الكابسة مع المواسير من الورق والباكيليت وغيرها من القطع . ولكن عوارض النير العلوية المحررة من المثبتات لا تحل محل بعضها البعض ، لذا فانه يقام بتعليمها بكتابات «جهة الفلطية العالية» و «جهة الفلطية المنخفضة» وتنزع هى والحشوات العازلة من الكرتون الكهربائى معا . ويقوم بنزع عوارض النير لمحولات ذات استطاعة تبلغ ٤٠٠ كيلوفلط أمبير عاملان بايديهما ، واما للمحولات الأكثر استطاعة فبواسطة آليات رفع الاحمال واحبال تعليق من الصلب (الشكل ٧١ ، ج) . وفى هذه الحالة يقام مسبقا بتعليق العوارض ومن ثم تفك الصواميل بانتظام ، وتخرج صبالم الشد مع القطع العازلة ، حيث ترفع بعدها العوارض بواسطة تجهيزة رفع الاحمال .

واذا كانت الانيار مكبوسة بعوارضها ذات الصبالم الخارجية وبانصاف الاطر ، فان عملية ارخاء وفك النير تنجز حسب التعاقب التالى : بعد تعليق العوارض بالحبال تركب صبالم مؤقتة وتفك صواميل الصبالم الخارجية او انصاف الاطر كليا حيث يرتخى كبس النير وتنزع القطع الكابسة والعوارض .

ومع مواصلة الفك ترفع الصبالم الرأسية ويقام باخراج الشرائط المؤرضة وينزع عازل التعديل العلوى . وتعاين بدقة القطع المنزوعة عند فك الموصل المغناطيسى : حيث يجرى تعليم وحفظ الصالحة منها للاستخدام ثانية .

وبعد فك النير العلوى يباشر بتفكيكه . ومن المهم جدا عند انجاز عمليات التفكيك الحفاظ على نظام تتابع الصفائح الذى كانت هى عليه قبل فك النير . ان مراعاة هذا المطلب تعزو الى ان الصفائح الموجودة فى النير العلوى التى لها اطوال متساوية تختلف عن بعضها البعض بالثقوب الموجودة فيها . ويؤدى التتابع الخاطئ للصفائح عند التجميع الى عدم تكوين الثقب الطبيعى اللازم لمرور صبلمة الشد فى النير المجمع .

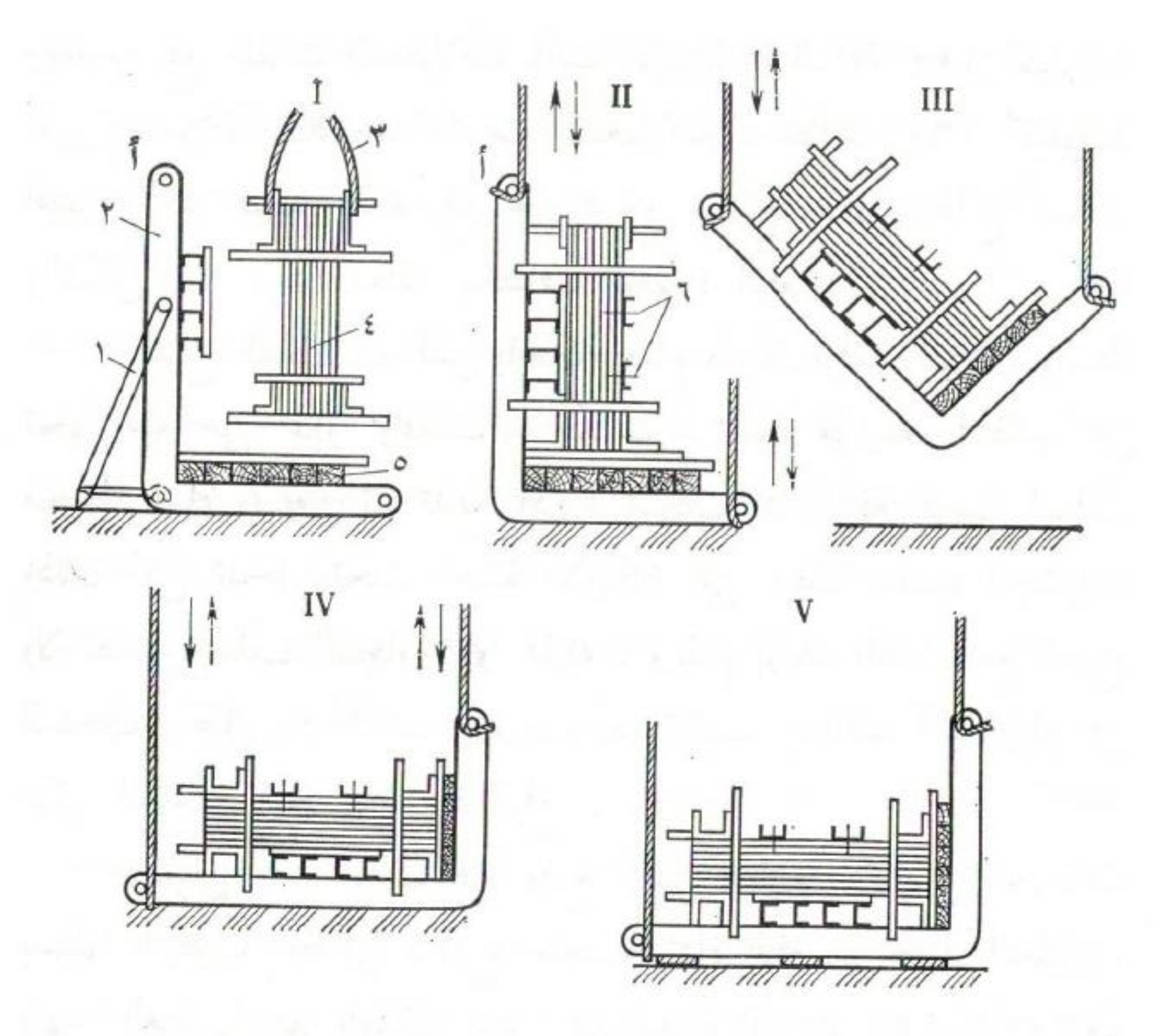
وبعد الانتهاء من تفكيك النير العلوى يباشر برفع الملفات . ويقام عادة وحتى عند وجود ملف واحد معطوب فقط – ملف الفلطية العالية او المنخفضة – برفع جميع ملفات الموصل المغناطيسى وذلك لان سخام العازل المحترق وابخرة المعدن المصهور الناجمة عن القوس الكهربائى والتى هبطت على سطوح الملفات الغير متضررة قد تصبح سببا لخروجها السريع من حيز العمل واصلاح المحول ثانية .

ويبدأ رفع الملفات بفك مخططات توصيلها وازالة اطراف الاخراج ينتقل بعدها الى رفع الملفات عن القضبان بدءا بتلك الواقعة على الجوانب – ملفات الفلطية العالية . ولتزع ملفات الفلطية العالية يقام مسبقا بثنى النهايات العلوية لملف الفلطية المنخفضة وذلك حتى تأخذ الوضع الرأسى ؛ وفى هذه الوضعية لن تقوم النهايات بصدم ملف الفلطية العالية والحاق الضرر به عند نزعه عن ملف الفلطية المنخفضة .

ويقوم برفع ملفات المحولات ذات الاستطاعة البالغة ١٠٠ كيلوفلط أمبير عاملان باليد واما ملفات المحولات باستطاعة ١٦٠ كيلوفلط امبير واكثر فترفع باداة رفع خاصة مع موزع حمل باذرع سحب (الشكل ٧١ ، د) معلقة بخطاف تجهيزة الرفع .

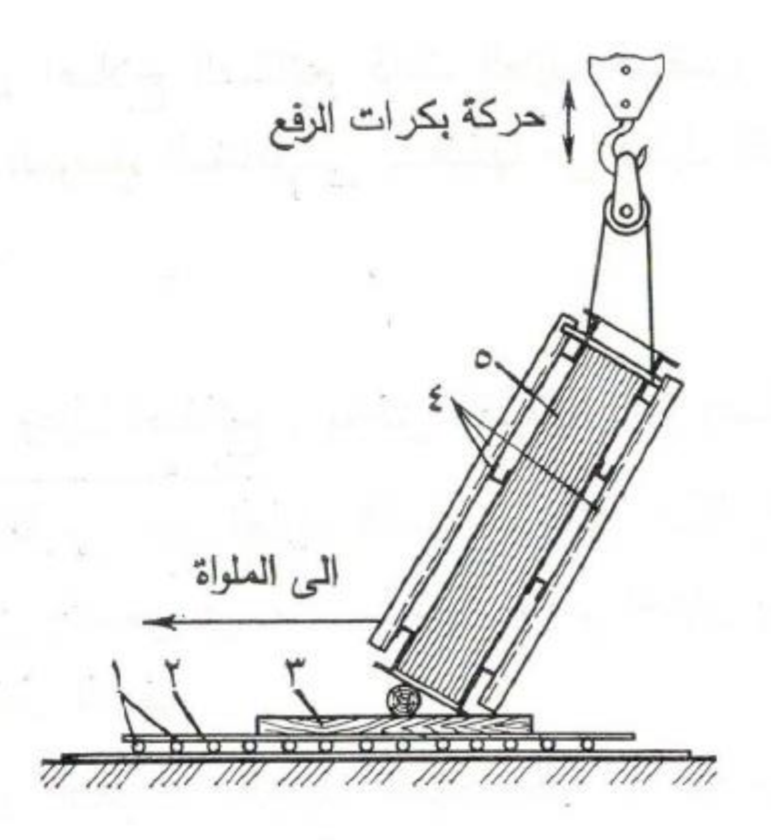
ولنزع الملف الجالس باحكام يقام مسبقا برفعه قليلا (بواسطة تجهيزات على غرار رافعات ـ جكات ـ تكون موزعة بانتظام على محيط الملف) ومن ثم تدفع اذرع سحب اداة الرفع تحت الملف وذلك كى تدخل تحت حلقة الارتكاز فى منطقة عمود الحشوات ولا تصدم الملف المجاور او عازله . ويقام بربط الملف مع اذرع السحب بحبل من القنب بتباعد وبعد تركيب خطاف آلية الرفع فى مركز الملف تعلق بها اداة الرفع .

وينبغى رفع الملف فى وضع رأسى صارم بلا ادنى انحرافات يسببها التركيب الخاطئ لاذرع سحب اداة الرفع او حبال التعليق . ولهذا الغرض يرفع الملف ببطء فى البداية الى علو ١٥٠ ـ ٢٠٠ مم وتفحص صحة موقع اذرع السحب ومركزية حبال التعليق على خطاف آلية الرفع . فاذا انعدمت الانحرافات (الملف مثبت طبيعيا وعند رفعه لا تقوم اذرع السحب بصدم الملف الداخلى او الاسطوانة العازلة) ، يقام بنزعه بحذر . وترفع جميع ملفات الفلطية العالية مع مراعاة التعاقب المذكرر اعلاه ومن ثم وبعد نقل اذرع السحب على موزع الحمل لاداة الرفع طبقا لقطر ملف الفلطية المنخفضة ترفع جميع ملفات الفلطية المنخفضة بالتتابع (بدءا من الملف الجانبى) . ويرفع فيما بعد عازل التعديل والنير ، والاسطوانات من الكرتون الكهربائى ، والقضبان والشرائح الخشبية . وتنظف جميع القطع المنزوعة من السخام والطين والاوساخ الاخرى وتعاين بدقة لتحديد




الشكل ٧٢ . مخطط تقليب الموصل المغناطيسى بواسطة القلاب :
I – وضع الموصل المغناطيسى على القلاب ، II – تثبيت الموصل المغناطيسى وتعليق الحبال على القلاب ، III – نقل الموصل المغناطيسى من الوضع الرأسى الى الوضع الافقى ، IV – انزال الموصل المغناطيسى ، V – ترقيد الموصل المغناطيسى تمهيداً لفكه ؛ ١ – ساند واق ، ٢ – قلاب ، ٣ – حبال تعليق ، ٤ – موصل مغناطيسى ، ٥ – عوارض ارتكاز خشبية ، ٦ – صبالم شد مع عوارض صلب على هيئة قناة

حالتها ودرجة التضرر وامكانية الاصلاح . ويجرى رفع النير السفلى بالتماثل مع رفع النير العلوى : حيث يرخى النير السفلى وتنزع عوارضه ويفكك . وفيما بعد تفك صفائح الصلب على طول محيط الموصل المغناطيسى فى الترتيب الذى كانت موضوعة فيه .




الشكل ٧٣ . مخطط تقليب الموصل المغناطيسى باستعمال الدرافيل : ١ و ٢ — مواسير وصفيحة من الصلب ، ٣ — عوارض خشبية ، ٤ — عوارض من الصلب على هيئة قناة ، ٥ — موصل مغناطيسى

وتصنف الصفائح المنزوعة عن الموصل المغناطيسى : حيث تربط الصالحة منها فى رزم وتوضع على كشات نقالة معينة واما المتضررة التى تتطلب ترميم العازل فتوضع على كشات اخرى . واما الصفائح الغير صالحة (المنصهرة وذات الكسورات والحروق) فترفض .

وينبغى فك وتجميع الموصل المغناطيسى فى وضع افقى ويقام لهذا الغرض عند فكه بوضعه وتثبيته على القلاب (جهاز للقلب جانبا وكذلك رأسا على عقب) الذى يتم بواسطته نقل الموصل المغناطيسى من الوضع الرأسى الى الافقى حسب المخطط الظاهر فى الشكل ٧٢ .

ويقام احيانا عند اصلاح الموصلات المغناطيسية باستعمال لوح من الصلب بسمك ١٢ — ١٥ مم مع مواسير موضوعة تحته كدرافيل (الشكل ٧٣) وذلك عوضا عن القلاب المفتقد .

ويجرى اصلاح الصفائح ذات العازل المتضرر الكائن بينها والمنزوعة عن الموصل المغناطيسى بتنظيفها من العازل القديم وتغطيتها بآخر جديد .

تنظيف وعزل الصفائح . يحقق تنظيف الواح (صفائح) الصلب للموصل المغناطيسى من العازل القديم بوسائل ميكانيكية وكيميائية وكذلك بالتلدين والغمس فى ماء ساخن . ويتم اختيار وسيلة التنظيف تبعا لنوع العازل المتضرر .

ويجرى التنظيف بالوسيلة الميكانيكية ، بالأخص للصفائح من الصلب المدلفن على الساخن ، عادة على مكنات بفراشى دوارة من الصلب . وتوضع الصفائح عند التنظيف بالنسبة للفراشى تحت زاوية قدرها ٤٥° .

ان ازالة العازل بالطريقة الميكانيكية بواسطة فراشى من الصلب على المكنة من اكثر الطرق بساطة وانتشارا وتضمن التنظيف السريع للصلب . غير انه ونتيجة لضربات الاسلاك من الصلب على اللوح عند دوران الفراشى ينطبع الصلب وعدا عن ذلك ينجلخ سطح الصلب ويزداد نتيجة لذلك الفقدان فى الصلب اضافيا . ولذا فان عدد من مؤسسات الاصلاح يستخدم الوسيلة الكيميائية لتنظيف الصفائح من العازل .

وتسمح الوسيلة الكيميائية للتنظيف بازالة العازل الورقى والورنيشى عن الصفائح بسهولة. ويقام عند ازالة العازل الورنيشى بتغطيس الصفائح فى حوض خاص فيه محلول الصودا الكاوية بتركيز ٢٠٪ او بمحلول ثلاثى فوسفات الصوديوم بتركيز ٢٥٪ وتترك فى المحلول لمدة ١٥ —

٢٠ دقيقة * ، وبعد ذلك يقام باخراجها من الحوض وتغسل بالماء الجارى الساخن (٩٠ – ٩٥°م) وتفرد على شبك خشبى او رفوف لتجفيفها .

وتستخدم للتنظيف الكيميائى لالواح الصلب المعدات والادوات البسيطة التالية : تجهيزة الرفع الضرورية لوضع صفائح الصلب فى الحوض واخراجها منه ؛ حوضان مع غطائيهما ؛ شبك او رفوف لتجفيف الصفائح المنظفة والمغسولة .

ويقام بالتنظيف بوسيلة التلدين فى افران حرارية خاصة عند حرارة ٣٥٠ – ٥٠٠° م . ويمكن بهذه الوسيلة تنظيف الصفائح المغطاة بشرائح رقيقة من الورق المستعملة فى الموصلات المغناطيسية للمحولات ذات التصاميم القديمة كعازل ما بين الالواح وكذلك بعازل ورنيشى .

غير انه اصبحت مؤسسات الاصلاح الكهربائى فى الوقت الحاضر نادرا ما تستخدم هذه الوسيلة بسبب الانخفاض الحاد فى النفاذية المغناطيسية وازدياد الفقدان فى الصلب نتيجة لتكوين رغاوة على سطوح الصفائح وتغير تركيب الصلب . والسبب الآخر للامتناع عن تنظيف الصفائح بوسيلة التلدين هو الصراع من اجل نقاء الوسط المحيط والرغبة فى عدم تلويث الجو بمخلفات احتراق الورق والورنيش .

وهناك وسيلة اسهل بكثير لازالة العازل الورقى عن الصفائح هى الغمس فى الماء المسخن الى ٩٠ – ١٠٠° م . وللتعجيل فى عملية

---

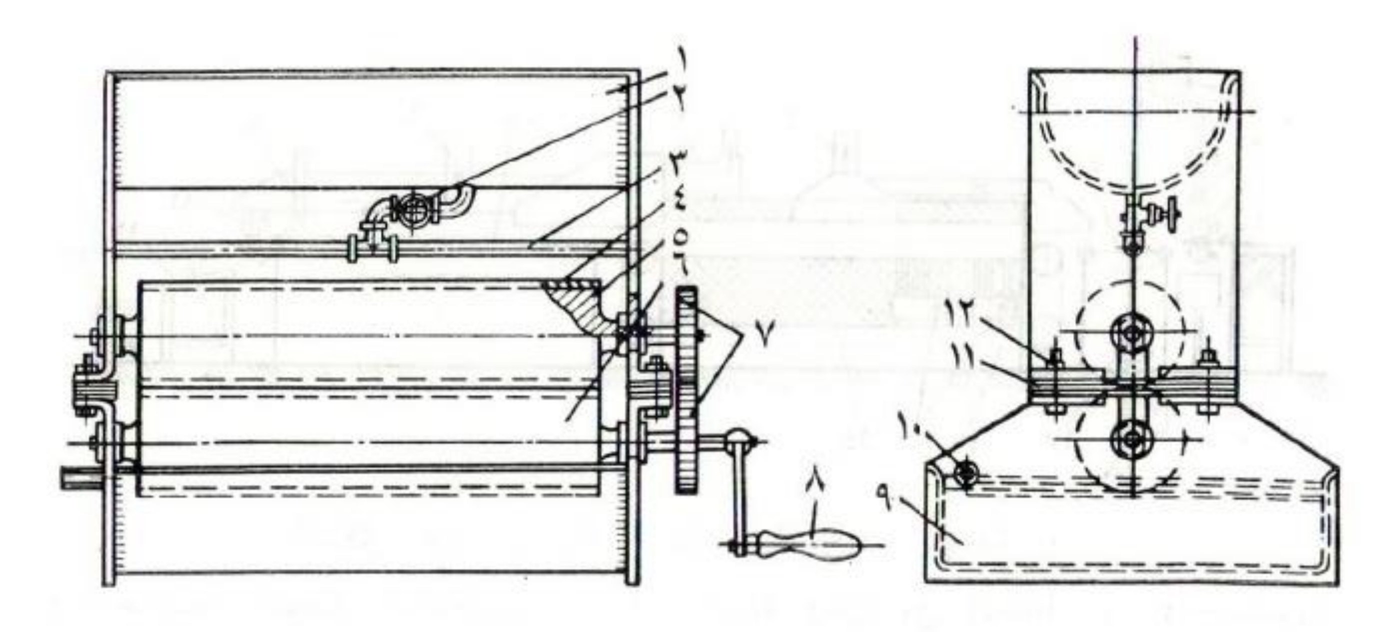
* يتم اختيار فترة بقاء صفائح الصلب فى محلول الصودا الكاوية او ثلاثى فوسفات الصوديوم عن طريق التجربة تبعا لنوعية وسمك الغطاء العازل للصفائح ، وكذلك تركيز ودرجة حرارة المحلول .

انسلاخ الورق الملصق عن المعدن يضاف الى الماء محلول مخفف من الصودا الكاوية . والنسبة المئوية للصودا الكاوية فى المحلول (عادة ٤ — ٦٪) تحدد عن طريق التجربة . وينبغى عند اضافة كمية اضافية من محلول الصودا الكاوية غسل الصفائح المرفوعة من الحوض بماء دافئ جار .

ومن الضرورى بعد تنظيف الصفائح باية من الوسائل المذكورة فحصها بدقة للتأكد فيما اذا تبقى العازل القديم عليها . ويقام بعزل الصفائح الخالية من العيوب بطلائها من كلا الجانبين لمرة واحدة او مرتين بطبقة من الورنيش ومن ثم بتحميصها .

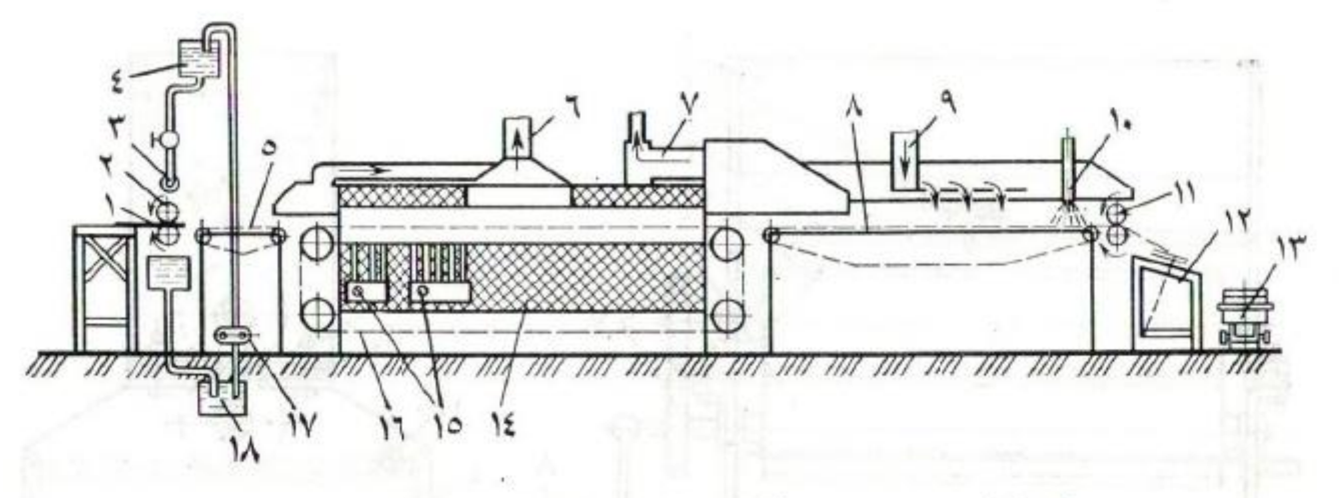
وتطلى صفائح الصلب بالورنيش فى مكنات الطلاء بالورنيش . وتستخدم فى مؤسسات الاصلاح الكهربائى ما يقرب العشرة انواع من مكنات الطلاء بالورنيش اليدوية وذات المحرك الكهربائى بنفس مبدأ العمل ، ولكن تختلف فقط بتصميم القطع والوحدات التجميعية المستقلة .

وفى جميع مكنات الطلاء بالورنيش المستخدمة فى الوقت الحاضر ينطلى اللوح او الصفائح من الصلب بالورنيش عند مرورها بين عمودين دوارين بالتقابل ومغطيين بغلاف مطاطى مقاوم للزيوت والبنزين مبلل بالورنيش العازل باستمرار. وتتكون مكنة الطلاء بالورنيش اليدوية والبسيطة فى التصميم (الشكل ٧٤) من الحوض العلوى ١ الذى يملأ بالورنيش والذى له صنبور غلق ٢ ، ومن عمودين دوارين ٥ و ٦ مغلفين بمطاط سميك (٥ — ٧ مم) مع ترسين مسننين ٧ على طرفيهما ، ومن الحوض السفلى ٩ . ويكون الحوض العلوى موصولا بواسطة ماسورة متفرعة ومثلث بماسورة التوزيع ٣ التى توجد على امتدادها ثقوب صغيرة تعمل على تغذية سطح العمود




الشكل ٧٤ . مكنة طلاء بالورنيش يدوية :
١ و ٩ — حوضان علوى وسفلى ، ٢ — صنبور غلق ، ٣ — ماسورة توزيع ، ٤ — غلاف من المطاط ، ٥ و ٦ — عمودان علوى وسفلى ، ٧ — تروس مسننة ، ٨ — مقبض الذراع ، ١٠ — ماسورة متفرعة ، ١١ — طقم حشوات من المطاط ، ١٢ — برغى تركيب

العلوى ٥ بالورنيش بانتظام . ويجرى الورنيش من الحوض العلوى ١ الى الماسورة ٣ بقوة الثقل ، ويكون العمود العلوى ٥ مضغوطا على العمود السفلى ٦ بواسطة براغى التركيب ١٢ التى يكون موضوعا بينها طقم حشوات ١١ من شرائح المطاط . ويقع العمود السفلى فى الحوض السفلى ٩ الذى توجد فيه الماسورة المتفرعة ١٠ . ولتصريف الورنيش السائل فى الحوض السفلى يقام بتلبيس خرطوم مطاطى على الماسورة المتفرعة ١٠ ، وينكس طرفه فى دلو يجرى تفريغه من الورنيش المتجمع باعادة صبه دوريا فى الحوض العلوى المستوعب لـ ٤٠ كغم . وتدار مكنة الطلاء بالورنيش بمقبض الذراع ٨ الذى يديره عامل واحد او محرك كهربائى قدرته ٠,٨ كيلوواط مع مخفض سرعات يحوى العدد اللازم من التروس لضمان سرعة الدوران للعمودين ٥ و ٦ بحدود ٢٢ — ٢٤ دورة/دقيقة .




الشكل ٧٥ . مكنة طلاء بالورنيش موحدة :
١ – صفيحة الموصل المغناطيسي ، ٢ – اعمدة دوارة من المطاط ، ٣ – ماسورة مثقبة ، ٤ و ١٨ – خزان استهلاك وآخر احتياطي للورنيش ، ٥ و ٨ – اقشطة ناقلة باردة ، ٦ و ٧ – تهوية خارجة ، ٩ – تهوية داخلة ، ١٠ – رشاشة للماء ، ١١ – اعمدة دوران مطاطية (لعصر الماء) ، ١٢ – منضدة استقبال ، ١٣ – عربة ذاتية الحركة ، ١٤ – فرن ، ١٥ – سخانات على الغاز ، ١٦ – قشاط ناقل ساخن ، ١٧ – طلمبة ضخ الورنيش من الخزان الاحتياطي الى خزان الاستهلاك

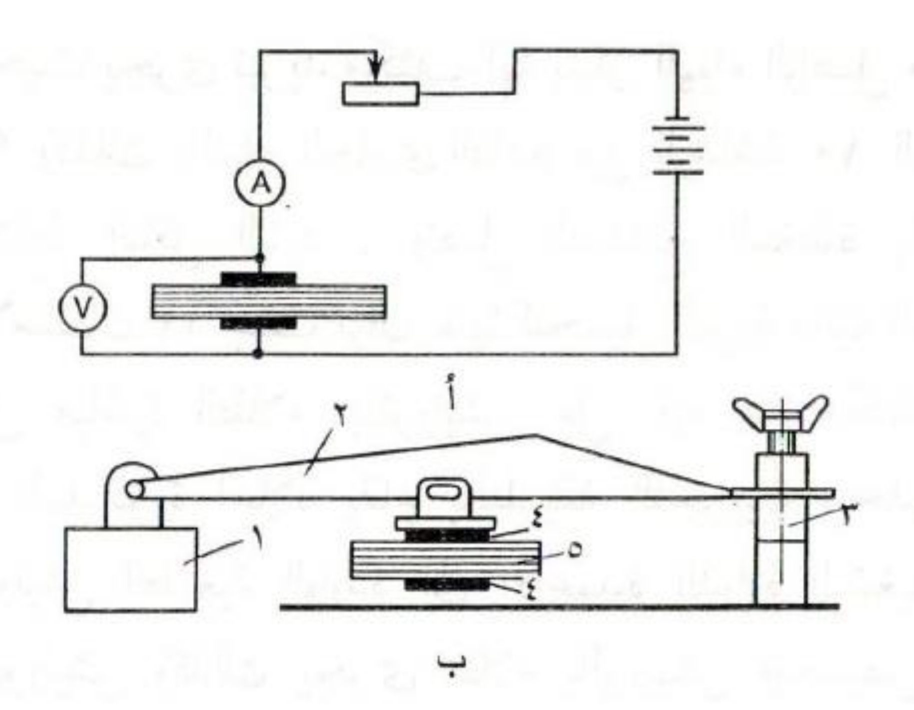
ويقام فى مؤسسات الاصلاح الكهربائى الكبيرة والمختصة باصلاح الاعداد الكبيرة من المحولات بطلاء وتحميص الورنيش العازل فى مكنة طلاء بالورنيش موحدة مع فرن لتحميص طبقة الورنيش . ومكنة الطلاء بالورنيش هذه (الشكل ٧٥) هى عبارة عن وحدة مكنات تكون فيه آلية الطلاء بالورنيش موحدة مع الفرن النفقى ١٤ المسخن بالسخانات ١٥ . وتجرى عملية طلاء الصفائح بالورنيش تماما كما فى المكنة الظاهرة فى شكل ٧٤ ، واما تحميص طبقة الورنيش فيجرى على النحو التالى : تمرر الصفائح المغطاة بالورنيش بواسطة القشاط الناقل البارد ٥ الى الفرن ١٤ ، حيث تصل الى القشاط الناقل الساخن ١٦ ، وعند مرورها خلال الفرن النفقى تأخذ طبقة الورنيش وهى تتحمص (تتبلمر) بتكوين طبقة عازلة متينة . وتصل الصفائح الساخنة بعد مرورها خلال الفرن الى القشاط الناقل

البارد ٨ حيث يجرى تبريد مكثف لها بتيار الهواء الواصل من التهوية الداخلة ٩ وكذلك بالماء الجارى القادم من الرشاشة ١٠ المركبة على نهاية القشاط الناقل البارد . وتصل الصفائح المغطاة بالعازل الى منضدة الاستقبال ١٢ حيث تزال عنها لتحميل العربة ذاتية الحركة ١٣.

وقبل مباشرة الطلاء بالورنيش على اية من مكنات الطلاء بالورنيش المذكورة اعلاه يقام بالطريقة التجريبية بتحديد وضبط كمية الورنيش الطبيعية الواردة الى الاعمدة الدوارة التشغيلية لمكنة الطلاء بالورنيش وكذلك يجرى طلاء بالورنيش وتحميص تجريبى لطبقة الورنيش ، فاذا كانت النتائج ايجابية ، يباشر بطلاء كل الدفعة من الصفائح بالورنيش .

ويقام بتقديم المتطلبات الاساسية التالية لطبقة الورنيش العازلة : ادنى سمك (يجب ان يكون للجهتين عند طلائهما لمرة واحدة بما لا يزيد عن ٠,٠١ ± ٠,٠٠٤ مم ، وعند الطلاء لمرتين بما لا يزيد عن ٠,٠٢ ± ٠,٠٠٦ مم) ؛ المتانة والمقاومة الكهربائيتان اللازمتان ؛ المتانة الميكانيكية العالية ؛ المقاومة للتسخين ، التى تضمن بقاء نوعية طبقة الورنيش عند درجات حرارة التسخين المحتملة للمحول الشغال ؛ المقاومة للزيوت (قدرة طبقة الورنيش على مقاومة تأثير الزيت الساخن للمحول) ؛ وجود سطح لامع واملس كليا بدون فراغات منسية وتجمعات للورنيش وقطاعات محترقة . وعند الضغط على الطبقة الورنيشية بالاصبع فلا يجب ان تبقى بصمات عليها .

واحد المؤشرات الاساسية لنوعية عازل الصفائح هو المقاومة الكهربائية للعازل ، التى تفحص فى ظروف الاصلاح بواسطة جهاز بسيط يشاهد مخططه وتركيبته فى الشكل ٧٦ .




الشكل ٧٦ . جهاز لفحص المقاومة الكهربائية لعازل صفائح الصلب :
أ – مخطط ، ب – تركيبة ؛ ١ – ثقل ، ٢ – ذراع ، ٣ – قائم ، ٤ – الكترودات نحاسية ، ٥ – رزمة صفائح الصلب

ويجرى القياس فى ثلاث نقاط واقعة على محور الثقوب وفى اية نقاط على السطح الاملس للصفائح . ويجرى اختبار ثلاث رزم ، كل واحدة مكونة من صفيحتين ، ومن ثم رزمة واحدة مجمعة من ست صفائح جرى اختبارها سابقا . ويجب عند تجميع الرزم ٥ ان تتطابق حواف الصفائح . وتوضع النماذج بين الالكترودات النحاسية ٤ بسطح تلامسى مساحته ١٥٠ سم$^{٢}$ بحيث يكون خطها المحورى موجها بمحاذاة الصفائح . واما ضغط رزمة الصفائح بين الالكترودات الذى يحققه الثقل ١ للجهاز فيجب ان يكون مساويا ٥ – ٦ كيلوباسكال/سم$^{٢}$ ، واما الفلطية الاختبارية ٦ – ١٢ فلط وقوة التيار المضبوطة هى ٠,٤ أمبير .

ويقام بتوصيل الصفائح المعزولة التى فحصت واختبرت الى مكان تجميع الموصل المغناطيسى على كشات او عربات .

ويجب انجاز عمليات تحميل ونقل وتنزيل الصفائح ببالغ الحذر الذى يستبعد الحاق الضرر بالصفائح وبعازلها .

## البند ٢٨ . اصلاح المبدلات

وعند اصلاح المحولات يعار انتباه خاص لحالة نظام التلامس للمبدلات . ان السبب فى الخروج الطارئ للمحول من حيز العمل فى عشر حالات من اصل مئة حالة هو عطل المبدلات وبالاخص تضرر ملامساتها . وتنسب الى الاعطال فى ملامسات المبدل شدة الالتصاق الغير كافية للملامسات المتحركة بالملامسات الثابتة ، وارتخاء توصيلات الاطراف الخارجة للضبط بملامسات المبدل ، واختلال متانة وصلات الاطراف الخارجة مع الملف وغيرها . ويسبب وجود هذه الاعطال تسخينات محلية زائدة كثيرا ما تؤدى الى خروج المحول الطارئ من حيز العمل .

يبدأ اصلاح المبدل بدون اثارة من تنظيف جميع القطع ومعاينتها بدقة مع اعادة اهتمام خاص الى حالة السطوح التشغيلية للملامسات المتحركة والثابتة . وتتغطى سطوح ملامسات المبدل العاملة لمدة طويلة فى الزيت بطبقة رقيقة صفراء اللون تزيد من المقاومة الانتقالية فى الملامس . ان ظهور طبقة كهذه يكون سببا للتسخين الزائد وتضرر الملامسات ، ولذا يقام عند اصلاح المبدلات بتنظيف هذه الملامسات بدقة وذلك بمسحها بفوطة صناعية او بخرق نظيفة بلا وبر منقوعة فى الاسيتون او فى البنزين المنقى . وتستبدل الملامسات المحترقة والمنصهرة باخرى جديدة من انتاج مصنعى ، وعند انعدامها يقام بتجهيزها حسب نماذج الملامسات المتضررة مع الاخذ بعين الاعتبار اهتراء الاخيرة . وينبغى تجهيز

الملامسات الجديدة من مواد شبيهة نوعيا بتلك التى تتكون منها الملامسات المتضررة ذات الانتاج المصنعى .

ويجرى تجهيز الملامسات السكينية الثابتة والقضبان الشريطية وشرائح التلامس على الاغلب من اسياخ نحاسية مدلفنة على البارد وغير ملدنة مع الطلاء اللاحق بالجلفنة وذلك بهدف زيادة مقاومتها للاهتراء .

ويقام اثناء اصلاح المبدل بشد جميع القطع المثبتة وتستبدل النوابض المعطوبة والقطع العازلة والحشوات ويتم التأكد من انعدام الالتصاق فى الملامسات ومن صحة الاقتران للسطوح التشغيلية للملامسات المتحركة بالثابتة ، وتزال العيوب الاخرى المكتشفة خلال المعاينة واثناء الاصلاح ، وتجدد الكتابات والرموز الموجودة على المبدل .

ويجرى فحص المبدل الذى تم اصلاحه كليا بعشر دورات من التوصيل والفصل على جميع المراحل وبعد ذلك يجب ان لا تكون هناك بوادر اخلال بعمل وضبط الملامسات ، وكذلك ظهور عيوب تعرقل العمل الطبيعى للمبدل .

واما اصلاح المبدل بضبط تحت الحمل (انظر الشكل ٤٧) فهو أصعب بكثير من اصلاح المبدلات بدون اثارة. وعنده يقام باجراء مجموع الاعمال كلها من تنظيف وغسيل ومسح القطع الداخلية والخارجية وعدد من الاعمال الاضافية التى تحدد بتركيب الاجزاء المستقلة للمبدل وبوجود عدد كبير من الملامسات .

ويقام اثناء الاصلاح بفحص حالة سطوح التلامس لملامسات منتقى المراحل ، واجهزة التلامس والجزء الكهربائى لآلية الادارة (ملامسات مفاتيح التحكم ، المرحلات ، اجهزة الفصل النهائية ) .

ويجرى تنظيف وبرد ملامسات جميع عناصر المبدل المغطاة بالسخام والمصهورة قليلا وذلك بازالة السخام ونوام المعدن المصهور وهذا يعنى ازالة الاسباب الموجبة لتضرر الملامسات . وتغسل الملامسات ذات الطلاء بالسيراميك المعدنى واما المتضررة بشدة فتستبدل باخرى جديدة .

ان السبب الدائم لتشيط ملامسات جهاز الانتقاء والملامسات الرئيسية لجهاز التلامس هو اختلال الضبط وارتخاء المثبتات فى وصلات ناقل الحركة الميكانيكى فى الدائرة (آلية الادارة – جهاز التلامس – جهاز الانتقاء) ، حيث تحصل نتيجة لذلك فى نظام الادارة فضاوات تفوق القيمة المسموحة . وتزال الفضاوات بشد المثبتات واستبدال القطع التى توجد فيها فتحات متسعة واهتراء كبير ، وكذلك بضبط عمل جهازى التلامس والانتقاء .

ويحرص عند ضبط وشد المثبتات على تقسيم زاوية دوران الشوط الحر الى نصفين ؛ ويجب على عجلة ذراع التدوير (الكرنك) لحدبة آلية حركة جهاز التلامس ان تتخذ وضعا متوسطا فى مجال الشوط الحر . ويقام بتركيب الاقراص الورنية على المحاور الرأسية والافقية فى وضع تكون معه زاوية الشوط الحر مقسومة الى نصفين متساويين . ويجب ان تكون الاقراص ملتصقة بشدة الواحد الى الآخر اثناء التجميع وان لا تتسبب فى انحراف المحاور. ولذا يعار عند التجميع اهتمام خاص لنوعية تقارن مسامير (مفاتيح) المنع والقارنات الورنية وتروس نقل الحركة وآلية الحدبات والاذرع ومسامير الوصلات والمحاور والمسننات المالطية وحالة القطع المتحاكة ووجود زيت فى المزيتات . وتشد البراغى والصواميل المرتخية وتضبط آلية الفرملة وتفحص حالة صناديق الحشو وعند الضرورة يجرى استبدالها

فى اماكن مرور محاور نقل الحركة من آلية الادارة الى جهاز التلامس ومنه الى محور جهاز الانتقاء ، وتفحص صحة وصلات (مفاصل) كل آليات نقل الحركة ونظام التلامس .

وكثيرا ما يكون اصلاح الاجزاء المستقلة للمبدل مرهونا بضرورة فكها وتجميعها . ولتعقيد تركيبة اجزاء المبدل تحدث فى عدد من الحالات عند التجميع اخطاء تؤدى الى الاخلال بالعمل الصحيح للمبدل بعد تجميعه ، وبالاخص تكون الاخطاء كهذه محتملة غالبا عند تجميع الجزء المعقد للمبدل تحت الحمل — جهاز الانتقاء (PHT — 13) ، ولذا من الضرورة وصف عمليات تجميع طور واحد لجهاز الانتقاء هذا بتفصيل اكثر .

يقام بتجميع طور واحد لجهاز الانتقاء (PHT -- 13) (الشكل ٧٧ ، أ) على مرحلتين . يجرى فى البداية تجميع القطع المكملة (الشكل ٧٨) :

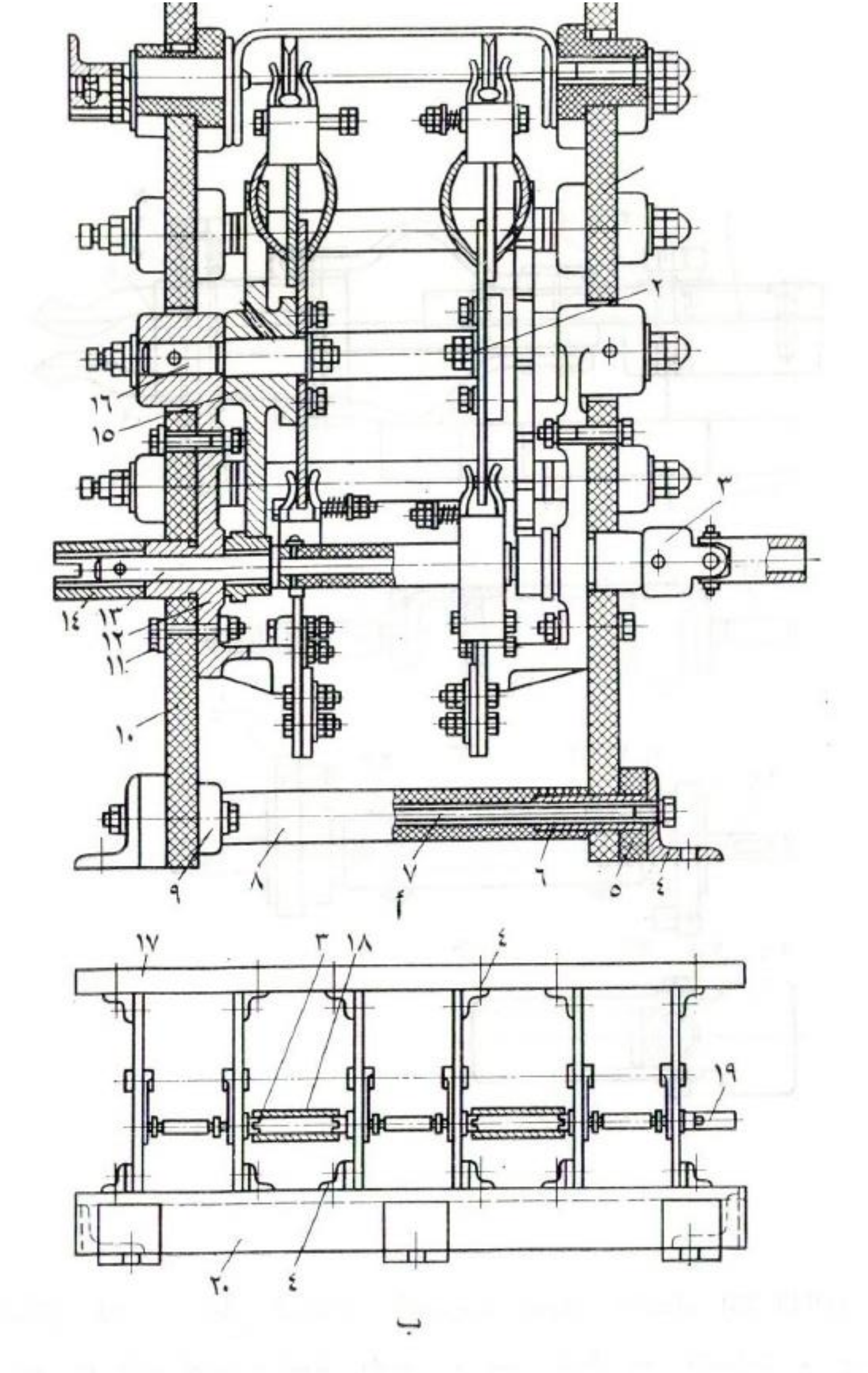
— للملامسات المتحركة من الطراز الشريطى مع طوق تعليق وزنبركات ، تتيح المجال لاجراء ضبط الضغط التلامسى ومع قرص للتوصيل اللاحق بالمسنن المالطى (الشكل ٧٨ ، أ) ؛

— للملامسات الثابتة ١٧ مع الحواجز ١٦ المثبتة على القامطة ؛ ويكون القضيب ١٥ والصبلمة ١٣ ملحومين كذلك على القامطة (الشكل ٧٨ ، ب) ؛

— لعمود المحور المعزول بماسورة من الورق والباكيليت مع المقاود (الشكل ٧٨ ، ج) ؛

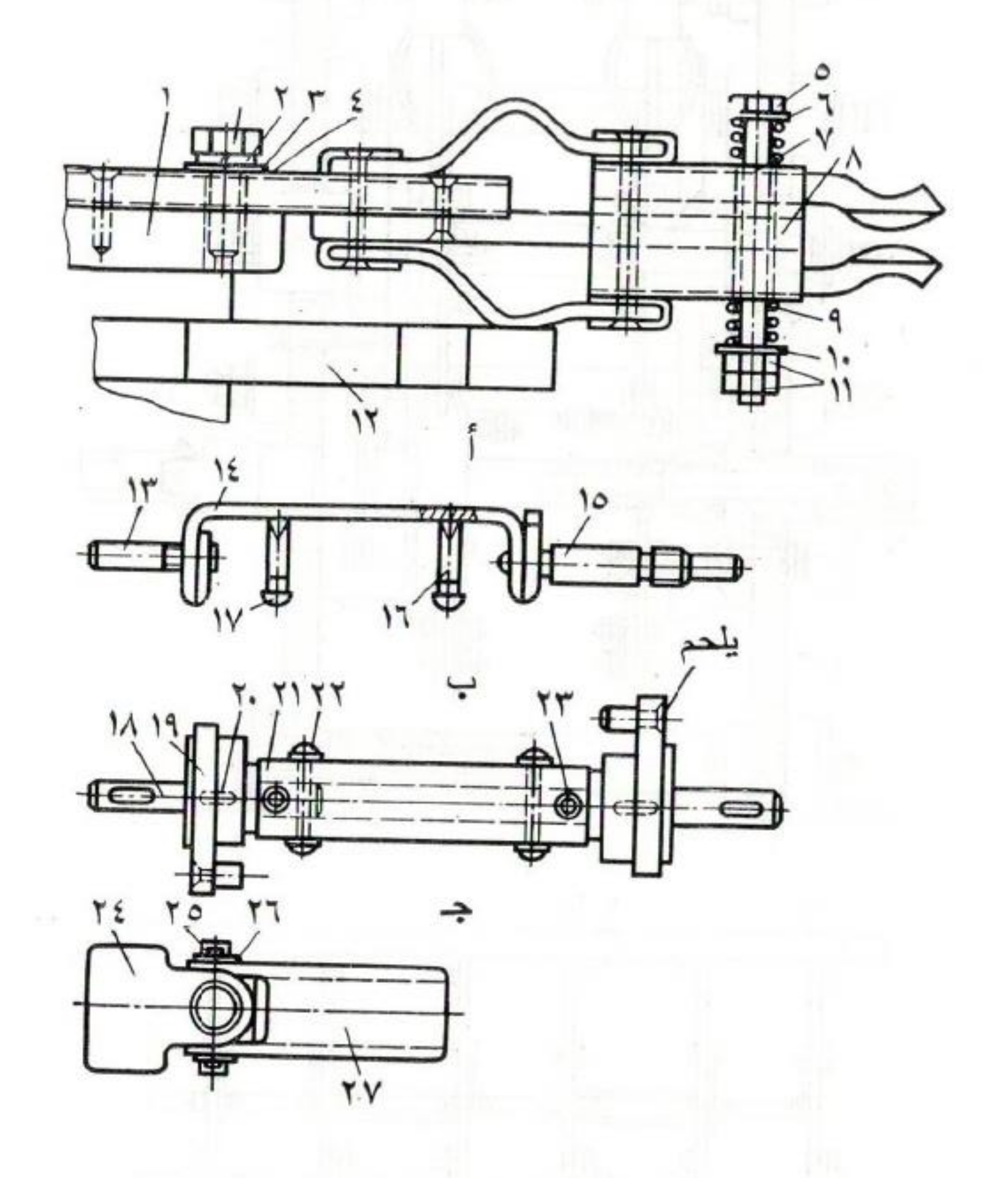
— لقارنات الوصل المفصلية ٢٤ و ٢٧ (الشكل ٧٨ ، د) ؛

— للحوامل مع المحور ؛ وللالواح الامامية والخلفية مع جلبات وصبالم (انظر الشكل ٧٧ ، أ) .




الشكل ٧٧ . جهاز الانتقاء (PHT-13) :

أ – طور واحد لجهاز الانتقاء ، ب – ثلاثة اطوار لجهاز الانتقاء ؛ ١ – حامل من الجيتيناكس ، ٢ و ١١ – صواميل ، ٣ – مفصلة ، ٤ – حديد زاوية ، ٥ – وردة ، ٦ – جلبة ، ٧ – صبلمة ، ٨ و ١٨ – مواسير من الورق و الباكيليت ، ٩ – مسند ، ١٠ – لوحة من الجيتيناكس ، ١٢ و ١٥ – مسننات (تروس) ، ١٣ و ١٦ – محاور ، ١٤ و ١٩ – قارنات وصل ، ١٧ – شريحة خشبية ، ٢٠ – هيكل




الشكل ٧٨ . قطع الوحدات التجميعية لجهاز الانتقاء (PHT-13) :
أ – ملامس مع طوق تعليق وزنبرك وقرص ، ب – قامطة مع ملامسات ، جـ – عمود محور مع مقود ، د – قارنات وصل مفصلية ؛ ١ – قرص ، ٢ و ٥ – براغى ، ٣ و ٤ و ٦ و ١٠ و ٢٦ – وردات ، ٧ و ٩ – زنبركات ، ٨ – طوق تعليق ، ١١ – صواميل ، ١٢ – مسنن (ترس) مالطى ، ١٣ – صبلمة ، ١٤ – قامطة ١٥ – قضيب ، ١٦ – حاجز ، ١٧ – ملامس ، ١٨ – عمود محور ، ١٩ – مقود ، ٢٠ – مسمار (مفتاح) منع ، ٢١ – ماسورة من الورق والباكيليت ، ٢٢ – برشامة ، ٢٣ – مسمار وصلة ، ٢٤ و ٢٧ – قارنات وصل ، ٢٥ – محور

ويجرى تجميع طور واحد لجهاز الانتقاء بالتعاقب التالى:

— يركب الحامل ١ فى ثقوب اللوحين الامامى والخلفى ١٠ بشكل تتوزع معه المانعات بتماثل مع جلبات اللوح ، ومن ثم تثبت على الالواح بالبراغى ؛

— توضع بين الالواح الملامسات الثابتة بحيث يدخل القضيب فى ثقب جلبة اللوح الخلفى واما الصبلمة فتدخل فى ثقب جلبة اللوح الامامى . وتثبت الملامسات الثابتة بواسطة صواميل مركبة على نهايات القضبان والصبالم ؛

— تفك صواميل تثبيت الملامسات الثابتة وينزع اللوح الامامى ويوضع عمود المحور مع المقاود فى ثقب الحامل المثبت على اللوح الخلفى ؛ ومن ثم يركب ويثبت الملامس المتحرك لجهاز الانتقاء على محور الحامل بحيث يشتبك المقود المثبت على عمود المحور مع المسنن المالطى للملامس المتحرك ؛

— يقام فى البداية بوضع ملامس متحرك آخر على الملامس المتحرك المثبت على اللوح الخلفى ومن ثم يركب اللوح الامامى على صبالم الملامسات الثابتة وذلك حتى يدخل عنق عمود المحور فى ثقب الحامل واما بروزات الملامسات الثابتة فلكى تدخل فى شقوق جلبات اللوح الامامى ؛ وتثبت الملامسات الثابتة بشد الصواميل المركبة على صبالم هذه الملامسات ، واما الملامسات المتحركة فتثبت بشد الصواميل على محور حامل اللوح الامامى ؛ ويضبط الضغط التلامسى طبقا للمعدل المقرر ؛

— يجرى فحص تشابك الملامسات فى جميع الاوضاع التسعة ويقاس الضغط التلامسى ؛ وتفحص كذلك حرية دوران عمود المحور بتدويره يدويا ؛

– وينتهى من تجميع طور واحد لجهاز الانتقاء ، بتثبيت اللوحين الامامى والخلفى من الاعلى والاسفل بصبالم من الصلب مغلفة بالمواسير من الورق والباكيليت .

تركب الاطوار الثلاثة لجهاز الانتقاء (الشكل ٧٧ ، ب) على هيكل مشترك ٢٠ ويتشكل على هذا النحو جهاز انتقاء ثلاثى الاطوار .

ويسترشد عند تجميع وضبط آليات الادارة بالشرطات التى توضع على القطع المتقارنة فى المفاصل عند اخراج المحولات من المصنع . ان الخطأ فى توصيل الاطراف الخارجة قد يصبح سببا لخروج جهاز الانتقاء من حيز العمل وبالتالى المحول . فمثلا التوصيل الخاطئ للاطراف الخارجة للمفاعل بجهاز التلامس يخل بالعمل المتعاقب لنظام التلامس .

ولتلافى الاخطاء فى مخطط توصيل الاطراف الخارجة بعد تجميع وضبط نظام التوصيلات وفحصها بالنظر يقام باخذ رسم بيانى دائرى يبين تعاقب عمل نظام التلامس للمبدل وكذلك زوايا الاستباق والتأخير عند عمل ملامسات جهازى التلامس والانتقاء .

وبعد اخذ الرسم البيانى الدائرى لتعاقب عمل ملامسات جهازى الانتقاء والتلامس عند الشوطين نحو الامام والى الخلف (العكسى) ، يجرى الحكم حسب قيمة الفضاوة على نوعية جهاز الانتقاء المجمع (فاذا كانت الفضاوة اقل من ١٦° يعتبر التجميع مرضيا) . ومن ثم تجرى عشر دورات (الدورة هى شوط الآلية من الوضع الاول وحتى الاخير وبالعكس) «من المشاوير» وعند انعدام العيوب يعتبر جهاز التبديل مرمما بشكل مرضى ويمكن تركيبه على المحول الجارى اصلاحه .

## البند ٢٩ . اصلاح اطراف الادخال

توجد كمية كبيرة من المحولات ذات اطراف ادخال مسلحة في حيز التشغيل . وتعمل اطراف ادخال المحولات في ظروف صعبة . وفي الوقت الذي يكون فيه جزء طرف الادخال الواقع داخل خزان المحول يسخن دائما حتى ٧٠° م ، قد يكون الجزء الآخر المنتصب فوق الغطاء معرضا لتأثير حرارة سالبة ( — ٣٥° م وأدنى ) وكذلك لتأثير مختلف المواد الضارة من الهواء المحيط . وتؤثر على عوازل اطراف الادخال الزيادة المفرطة في قيم الفلطية الجوية التي تزيد قيمها بعشرات ومئات المرات عن قيم الفلطية المقدرة للمحول وحتى قيم الفلطيات التجريبية للعازل .

واكثر ما تتعطل في اطراف الادخال المسلحة ، في الغالب هي خطوط الالتحام التسليحية في اماكن اتصال العوازل الخزفية مع الشفاه المعدنية . ويفسر هذا بانه عند تأثير درجات الحرارة المتقلبة على العازل تنشأ في خطوط الالتحام قوى ميكانيكية كبيرة نتيجة لاختلاف معامل تمدد الخزف عن معامل تمدد المعدن . وكثيرا ما يكون تحطم خطوط الالتحام ناتجا عن القوى الكهروديناميكية المؤثرة على طرف الادخال عند المرور المتكرر لتيارات تقصير الدائرة خلال قضيب هذا الطرف .

وعند اصلاح المحولات تعاين اطراف الادخال بدقة مع اعارة انتباه خاص لسلامة العازل والتسليح . فاذا وجد على سطح العازل ما لا يزيد عن شقين (على خط رأسي واحد) بمساحة تبلغ ١ سم$^{2}$ وبعمق يصل الى ١ مم ، تغسل الاماكن المعطوبة وتطلى بطبقتين من الورنيش الباكيليتي مع تجفيف كل طبقة في خزانة تجفيف عند

حرارة تبلغ ٥٠ — ٦٠° م . وتستبدل العوازل ذات العيوب الكثيرة باخرى جديدة .

ويجرى اصلاح اطراف الادخال التى تكون فيها خطوط الالتحام التسليحية متحطمة بما لا يزيد عن ٣٠٪ على المحيط وذلك بتنظيف القطاعات المتضررة لخط الالتحام التسليحى وملئها بمركب مسمنت جديد . وفى حالة الابعاد الكبيرة لتحطم خط الالتحام التسليحى وارتخاء تثبيت الشفة يعاد تسليح طرف الادخال . ويقام لهذا الغرض بتحطيم المعجون القديم بازميل مشكل وازالته فيما بعد . فاذا لم يرضخ المعجون لضربات الازميل يقام بعلاجه مسبقا بنقعه فى محلول ٥٪ من حامض الهيدروفلوريك (للمعجون المغنيزيتى) ، و ١٥٪ من حامض الهيدروكلوريك (للمعجون الغليتوغليسيرينى ، والاسمنتى اللامائى) ، او بمحلول ٣٠٪ من نفس الحامض (للمعجون من الاسمنت البورتلاندى). وينفذ العمل المتعلق بمحاليل الحوامض باستعمال نظارات واقية وقفازات مصنوعة من المطاط المقاوم للحوامض مع مراعاة اجراءات الحيطة التى تستبعد امكانية وقوع الحامض على اجزاء الجسم المكشوفة .

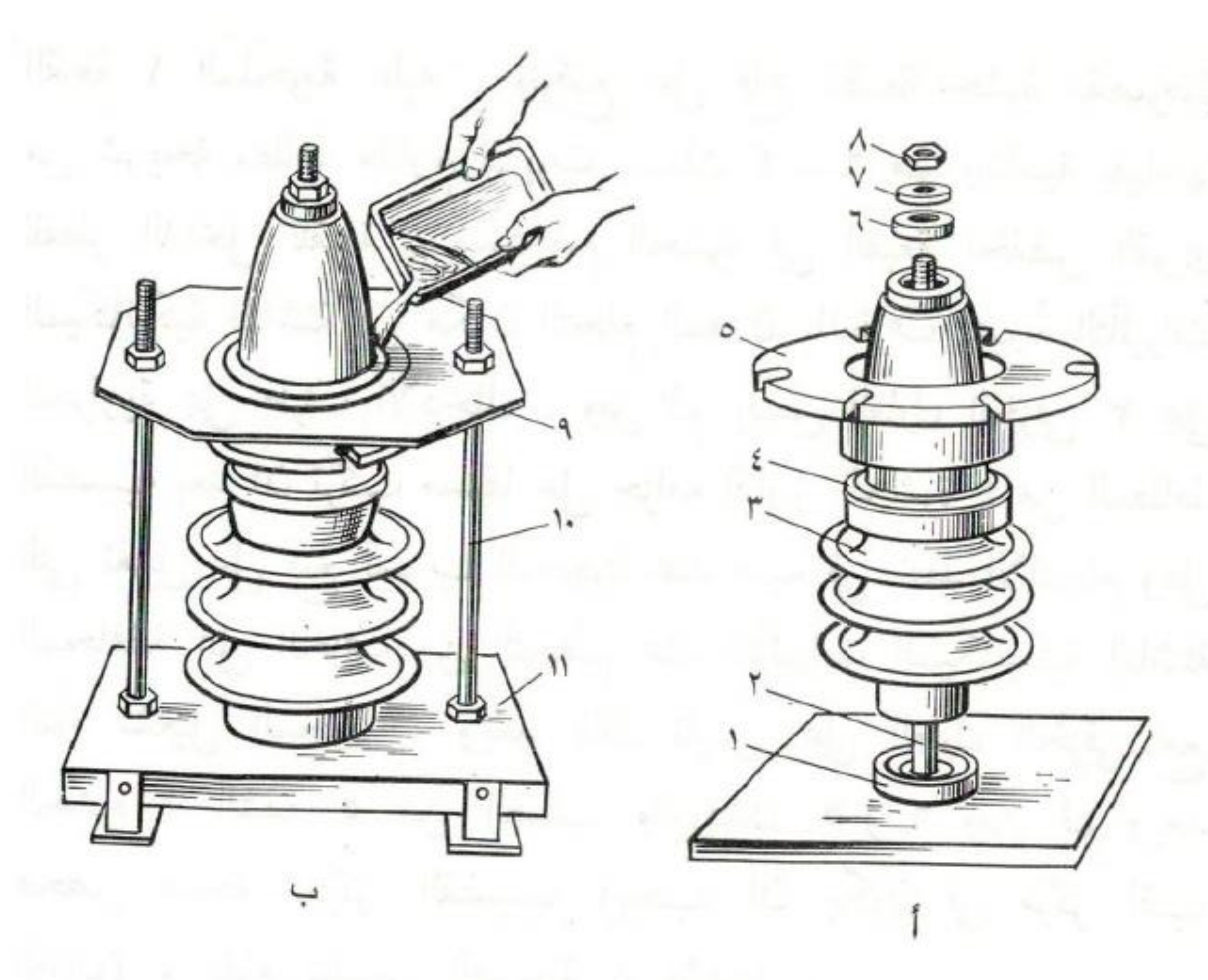
ويزال المعجون التسليحى القديم لطرف الادخال بواسطة التحطيم بعد التسخين المسبق ، ولهذا الغرض يوضع طرف الادخال فى خزانة حرارية وتترك لمدة ١,٥ — ٢ ساعة عند حرارة ٤٥٠ — ٥٠٠° م ومن ثم يزال المعجون من الشفة بطرقات خفيفة عليها .

ويقام بتجميع طرف الادخال (الشكل ٧٩ ، أ) واعادة تسليحه (الشكل ٧٩ ، ب) على النحو التالى : بعد تنظيف العازل بدقة من الغبار والاوساخ وشفته من بقايا المعجون القديم يركب القضيب الممرر للتيار ٢ فى وضع رأسى (الشكل ٧٩ ، أ) مع

القبعة ١ الملحومة عليه . وتوضع على قاع القبعة حشوة مقصوصة من شريحة مطاط مقاوم للزيوت بسمك ٤ ـ ٦ مم ومناسبة بقياسها للقطر الداخلى للقبعة . وتستخدم الحشوة فى القبعة لخفض القوى الميكانيكية الناشئة فى مكان التحام المعدن بالخزف نتيجة التأثيرات الحرارية على طرف الادخال . ومن ثم يلبس العازل الخزفى ٣ على القضيب بعد ان تركب مسبقا على حزامه البارز الحشوة ٤ من المطاط التى تعمل على منع تسرب المعجون عند صبه فى خط الالتحام وعلى المحافظة على الخزف من التحطم عند التأثيرات الميكانيكية الناشئة اثناء تشغيل المحول . وبعد ذلك تلبس على العازل الخزفى مع الحشوة ، الشفة ٥ من الصلب والوردتان ٥ و ٦ ومن ثم وبعد فحص صحة تمركز القضيب (يجب ان يكون فى مركز ثقب العازل) ، يقام بتلبيس الصمولة ٨ وشدها .

وتوضع اطراف الادخال فى جهاز (الشكل ٧٩ ، ب) يتكون من لوحة ضاغطة ٩ من الصلب بسمك ٥ مم وصبلمتين رأسيتين ١٠ من الصلب بقطر ١٠ ـ ١٢ مم مع صواميل ومن لوحة ارتكاز خشبية ١١ بسمك ٤٠ ـ ٥٠ مم .

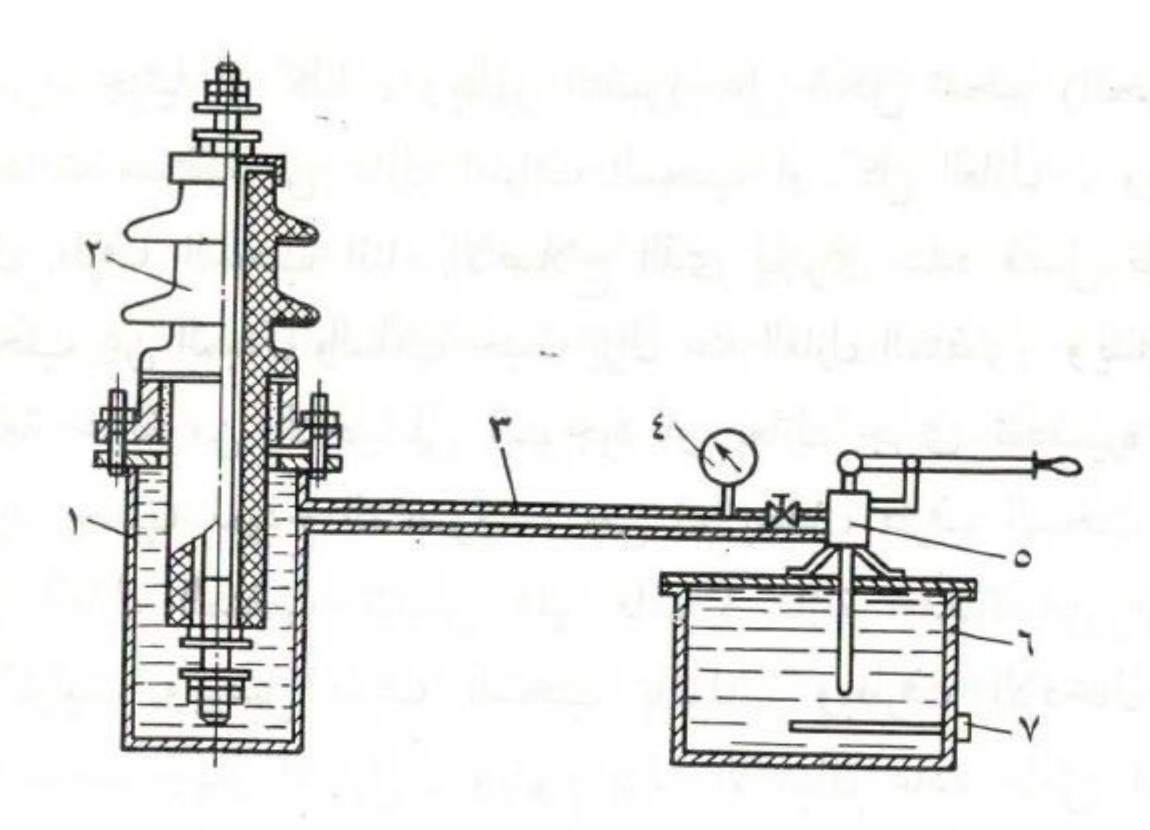
يركب طرف الادخال الجارى تسليحه على لوحة الارتكاز للجهاز فى وضع رأسى تام وتوضع لوحة الضغط عليه من فوق ومن ثم تضغط بواسطة الصواميل . وبعد ذلك يجرى تحضير كمية (تكفى لصب طرف ادخال واحد) من مركب مسمنت (يتكون بالوزن من ١٤٠ جزءا من المغنيزيت و ٧٠ جزءا من مسحوق الخزف و ١٧٠ جزءا من محلول كلوريد المغنيزيوم) ويصب بتيار رفيع مستمر الى ان يملأ كليا الفراغ الكائن بين العازل والشفة ويجب ان يستعمل المركب المحضر خلال ١٥ ـ ٢٠ دقيقة . وبعد تصلد المعجون




الشكل ٧٩ . اصلاح طرف الادخال للمحول :
أ – التجميع ، ب – اعادة التسليح ؛ ١ – قبعة ، ٢ – قضيب من النحاس ممرر للتيار ، ٣ – عازل خزفي ، ٤ – حشوة من المطاط المقاوم للزيوت ، ٥ – شفة ، ٦ و ٧ – وردة من الجيتيناكس واخرى من الصلب ، ٨ – صمولة ، ٩ و ١١ – لوحة ضاغطة واخرى للارتكاز ، ١٠ – صبلمة

(اى بعد ١٢ – ١٥ ساعة تقريبا) يحرر طرف الادخال من الجهاز وينظف من رذاذ المغنيزيت ويطلى خط الالتحام التسليحى بميناء النيتروسيليولوز . ويجرى تسليح اطراف الادخال فى غرفة عند حرارة لا تقل عن ١٠° م .

ويجب ان تكون اطراف الادخال للمحولات معزولة باحكام ، ولذا يجرى اختبار طرف الادخال المعاد تسليحه ، بفحص العزل المحكم له بواسطة جهاز (الشكل ٨٠) يتكون من اسطوانة ١ من




الشكل ٨٠ . جهاز لفحص العزل المحكم لطرف الادخال للمحول :
١ – اسطوانة من الصلب ، ٢ – طرف ادخال ، ٣ – ماسورة متفرعة ، ٤ – مانوميتر ، ٥ – مضخة يدوية هيدروليكية ، ٦ – خزان زيت ، ٧ – سخان كهربائى

الصلب موصولة بالماسورة المتفرعة ٣ مع مضخة يدوية هيدروليكية ٥ مركبة على غطاء خزان الزيت ٦ مع السخان الكهربائى ٧ .

ويفحص احكام العزل لطرف الادخال ٢ بطريقة تكوين ضغط زائد قدره ٤٠٠ كيلوباسكال بواسطة المضخة لزيت المحول المسخن الى ٧٠°م بالسخان الكهربائى ٧ . ويجرى التحكم فى الضغط بمؤشر المانوميتر ٤ ؛ وفترة الاختبار هى ٣٠ دقيقة .

ويعتبر طرف الادخال صامدا للاختبار وصالحا للعمل اذا لم يظهر الزيت اثناء الاختبار على سطوحه او فى اماكن التحام الشفاه مع الخزف .

## البند ٣٠ . اصلاح اطراف السحب

كثيرا ما يتبين فى المحولات الداخلة الى حيز الاصلاح ذات الملفات المعطلة بان عازل اطراف السحب من الورق والباكيليت

متضرر جزئيا او كليا . ويظهر التضرر على شكل تفحم (انحراق) قطاعات مستقلة من عازل اطراف السحب او كل العازل . ويرمم عازل طرف السحب اثناء الاصلاح الذى يجرى عنده فصل طرف السحب عن المبدل والملف حيث يزال عنه العازل المتضرر ويستبدل بقطعة عازلة من الاحتياطى الموجود او بعازل جرى تحضيره من جديد حسب نموذج المتضرر ، ومن ثم ينظف طرف السحب من بقايا العازل المتضرر وتلبس عليه ماسورة عازلة جديدة من الورق والباكيليت ويوصل طرف السحب بالملف وبطرف الادخال او بملامسات جهاز التبديل . ويقوم بهذه الاعمال عادة عامل اللف والعزل . بيد انه عند وقوع حوادث العطل الفادحة للمحول ، قد يكون متضررا ليس العازل وحده فحسب ، بل الموصل الممرر للتيار لطرف السحب ايضا (ينصهر موصل طرف السحب ويختل اللحام فى مكان اتصال طرف السحب مع المهدئ — مخفف الصدمات) . ويقوم الميكانيكى الكهربائى فى هذه الحالات بازلة الضرر وذلك بتجهيز طرف سحب جديد او بترميم وصلة طرف السحب مع المهدئ .

وينجز طرف السحب الجديد من مواد موصلة واخرى عازلة للكهرباء ، مماثلة تماما حسب نوعياتها وابعادها للمواد التى جهز منها طرف السحب المتضرر .

وعند لزوم طرف سحب جديد يقام بتحضير قطعة مستديرة او مستطيلة من موصل نحاسى او من الالومنيوم بمقاسات مناسبة حسب الطول والمقطع . فاذا كانت المقاسات الاولية للموصل قد بقيت على حالها فانه يستعمل كشبلونة لتجهيز طرف سحب جديد. وفى الحالة العكسية يقام باخذ القياسات اللازمة وتجهيز شبلونة تقلد بدقة

قياسات طرف السحب المتضرر بالطول وبزوايا الانحناء .

وللتقليد الدقيق لتصميم وشكل انحناء طرف السحب اهمية كبرى لان عدم مراعاة هذا المطلب يثير تغيرا غير مسموح به للمسافات العازلة بين اطراف السحب المتجاورة وكذلك بين الاجزاء الاخيرة والمؤرضة للموصل المغناطيسى او للمحول مما قد يؤدى الى الخلل . وهناك فى الممارسة العملية للاصلاح حالات معروفة يخرج عندها المحول من حيز العمل اثناء الاختبارات ما بعد الاصلاح وذلك عند الاخلال بالتعليمات الصارمة حول مراعاة المسافات العازلة اثناء تجهيز وتركيب اطراف سحب جديدة .

وعند الاخلال بوصلة طرف السحب مع المهدئ يقام بتنظيف نهاية طرف السحب والمهدئ من بقايا اللحام بالمبرد . ومن ثم تبيض بمونة من القصدير والرصاص نهاية طرف السحب وذلك الجزء من المهدئ الذى يجب ان يوصل به طرف السحب وبعد ذلك توضع نهاية طرف السحب على قطاع التوصيل مع المهدئ وتوحد باللحام القصديرى . واما توصيل المهدئ مع القضيب الحامل للتيار لطرف السحب فيمكن ان يحقق باللحام الكهربائى .

## البند ٣١ . اصلاح الخزان والغطاء وخزان التمدد والفلتر الحوارى الماص والتسليح

نادرا ما تتضرر خزانات واغطية المحولات . ويقام عند اصلاح المحولات بفحص حالة خطوط اللحام الكهربائى للخزان ، وانعدام تسرب الزيت من التسليح ، وسلامة قلوظة قطع التثبيت ووجود الحشوات الراصة وحالتها ، ومتانة تثبيت شفة الماسورة الواقية على الغطاء ، وسلامة حجاب الماسورة الواقية .

وتزال جميع الاعطال الملحوظة ، حيث تقص القطاعات المتضررة لخط اللحام الكهربائى بازميل وبعد تنظيفه من الاوساخ والزيت يلحم من جديد ؛ ويزال تسرب الزيت من اماكن اتصال مواسير دوران الزيت مع الخزان بالطرق ، واما التسرب من الصنبور ذى السدادة فيزال بتدليك السدادة بواسطة مساحيق مسنفرة ؛ وتستبدل قطع التثبيت (براغى وصواميل ومسامير قلاووظ) ذات القلوظة البايظة . وتستبدل الحشوات المطاطية الراصة المتضررة بحشوات من المطاط المقاوم للزيوت بالسمك المناسب ؛ تفحص المتانة والعزل المحكم لتثبيت الحجاب الزجاجى المركب على الماسورة الواقية .

ويستبدل الحجاب المتضرر والحشوة الفاقدة لمرونتها باخرى جديدة . وينظف التجويف الداخلى للماسورة الواقية من الاوساخ ويمسح بخرق ويغسل بزيت محولات نظيف . وتستبدل الحشوة المطاطية الكائنة بين شفة الماسورة الواقية وغطاء الخزان المتضررة والفاقدة للمرونة بحشوة مجهزة من شريحة مطاط مقاوم للزيوت بسمك لا يقل عن ٨ مم .

واما خزان التمدد والفلتر الحرارى الماص ومجفف الهواء والتسليح المانع للزيت فيجرى فكها وتنظيفها من الوحل والاوساخ وغسلها بزيت المحولات ومن ثم تجميعها مع مراعاة التعاقب المعاكس للفك . وتنظف السطوح المغطاة بالصدأ بفراشى من الصلب وتصبغ .

ويعاد تعبئة الفلاتر ومجففات الهواء باستبدال السيليكاجيل فيها بآخر نقى او بالقديم بعد تنظيفه .

ويقام باصلاح المرحل الغازى وجهاز الانذار الحرارى والقاطع الواقى النافذ وغيرها من اجهزة الحماية والتحكم فى المختبرات

المناسبة (الكهربائى الفنى ، اجهزة القياس والمراقبة وغيرها) .

وترسل جميع الوحدات التجميعية والقطع المرممة والتى جهزت من جديد بعد الفحوصات والاختبارات المناسبة الى قسم التجميع المجهز بالمعدات التكنولوجية اللازمة والخاصة بالرفع والنقل وبالادوات والعدة التقليدية .

## البند ٣٢ . تجميع المحولات

تتكون العملية التكنولوجية لتجميع المحولات من عمليات مختلفة بالطابع والحجم والتعقيد وصعوبة التنفيذ يقوم بالجزء الاكبر منها الميكانيكى الكهربائى .

وينبغى على الميكانيكى الكهربائى ان يعرف بان تكنولوجيا وتعاقب انجاز عمليات التجميع لعدد من الوحدات التجميعية للمحول فى ورشات الاصلاح الكهربائى للمؤسسات وفى مصانع الاصلاح الكهربائى الصغيرة تختلف بعض الشىء عما هو متبع عند الانتاج المتسلسل للمحولات الجديدة فى مصانع المحولات .

فمثلا يقام فى مصانع المحولات بتجميع هيكل الموصل المغناطيسى كاملا ومن ثم يرسل الى ورشة اللف حيث يجرى تفكيك النير العلوى للموصل المغناطيسى وتجليس الملفات على قضبانه ويعاد حشوه من جديد نهائيا . ان هذا الترتيب يسمح للعامل المجمع لهيكل الموصل المغناطيسى بانجاز كل اعمال التجميع فى اكثر اوضاع الموصل المغناطيسى راحة له،ومن الجائز فى هذه الحالة نقل ومن ثم حفظ الموصل المغناطيسى بدون استعمال اية وسائل كانت تقوم بحمايته من التشوه او الانفراط .

ويستخدم فى الممارسة العملية لورشات الاصلاح الكهربائى ترتيب آخر لتجميع الموصل المغناطيسى : يقام بتجميع هيكل الموصل

المغناطيسى بدون حشو نيره العلوى ؛ ويحشى النير العلوى فقط بعد انجاز جميع الاعمال ، المرتبطة بتجليس الملفات على قضبان الموصل المغناطيسى ، مما يتيح تلافى اعادة حشو النير العلوى .

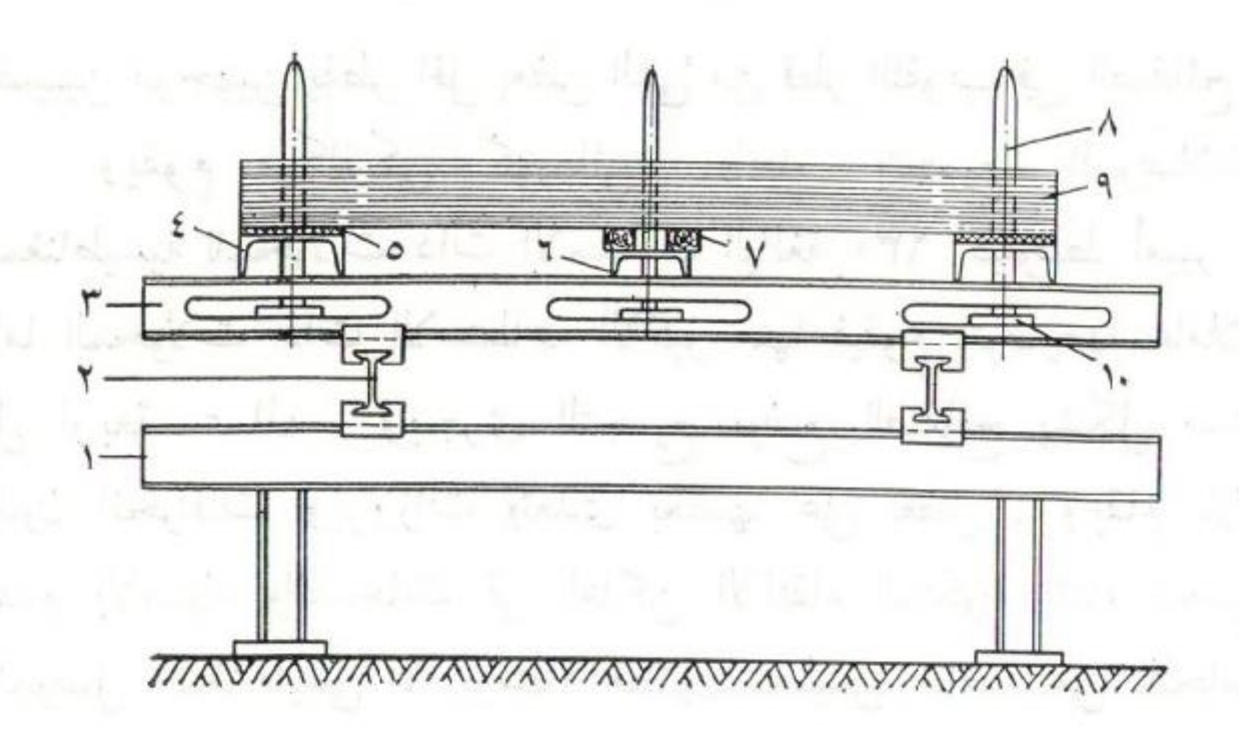
غير انه آخذين بعين الاعتبار تمسك مصانع وورشات الاصلاح الكهربائى للعديد من المؤسسات الكبرى بتكنولوجيا اعمال التجميع المتبعة فى مصانع المحولات ، فقد اوردنا وصفا لها ادناه .

يقام بانجاز الاعمال التجميعية فى ساحة اعدت خصيصا . ويبدأ تجميع المحول من الجزء الخاص بقاعدته ــ هيكل الموصل المغناطيسى . ويقام قبل البدء بالتجميع بجلب طقم جاهز باكمله من الصفائح المعزولة والقطع العازلة وصبالم الشد مع صواميل ووردات وقطع التثبيت وتجهيزات وادوات الى مكان العمل . ويوزع كل ما هو ضرورى لتجميع الموصل المغناطيسى بترتيب لا يحتاج معه العامل إلى القيام بحركات زائدة والانحناء غالبا وترك المكان اثناء تنفيذ عمليات التجميع (وضع العازل وتجليس الملفات وحشو النير العلوى).

وترتب شرائح الموصل المغناطيسى على الرفوف بشكل حزم حسب المواقع والرزم . ومن المتبع الابتداء بتجميع الموصل المغناطيسى من جهة الفلطية المنخفضة ولذا ينبغى ان تصنف وتوضع الصفائح وجميع القطع فى الترتيب الملائم .

وتجمع الموصلات المغناطيسية تبعا لأبعاد حجومها على مناضد معدنية او على تجهيزات او على قلابات (مغيرات الوضع) جرى عليها فكها وقلبها الى الوضع الافقى .

ويقام عادة بتجميع الموصلات المغناطيسية لمحولات القوى باستطاعة تبلغ ١٠٠٠ كيلوفلط أمبير على مناضد معدنية . وتتكون المنضدة (الشكل ٨١) من هيكل ارتكاز ١ ومن نظام عوارض قابلة




الشكل ٨١ . منضدة لتجميع الموصل المغناطيسى للمحول :
١ — هيكل ارتكاز المنضدة ، ٢ و ٣ — قضيبا المنضدة العرضى والطولى ، ٤ — عارضة نير الموصل المغناطيسى ، ٥ — حشوة عازلة من الكرتون الكهربائى ، ٦ — مسند وسطى، ٧ — الواح خشبية ، ٨ — قضيب موجه ، ٩ — صفائح صلب الموصل المغناطيسى ، ١٠ — شريحة ارتكاز

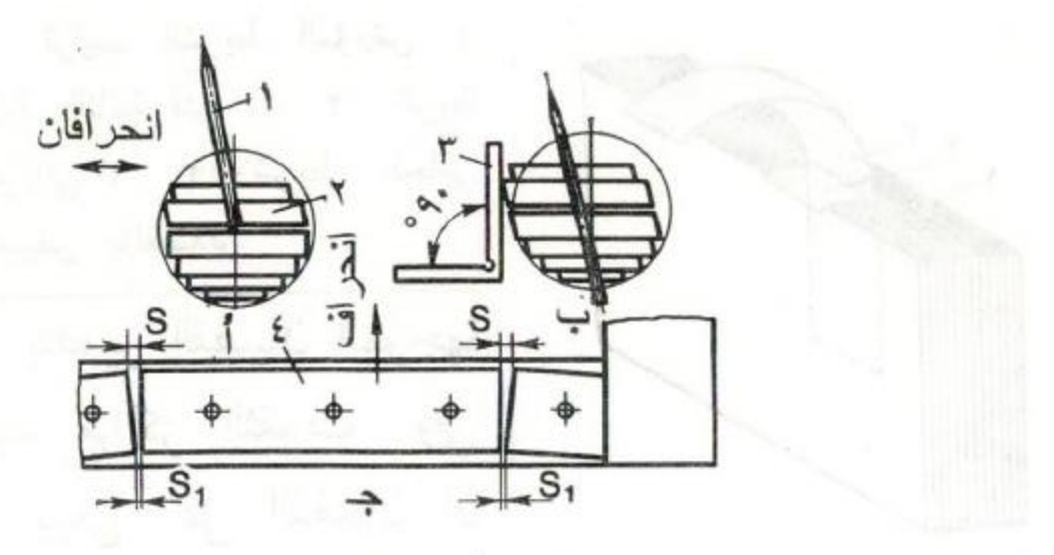
للتباعد (اثنتان عرضيتان ٢ واثنتان طوليتان ٣) ، تتيح بوضعها على مسافة بين بعضها البعض ملائمة لابعاد الموصل المغناطيسى الجارى تجميعه . ويبدأ تجميع الموصل المغناطيسى بوضع عوارض النيرين ٤ (العلوى والسفلى) على العوارض الطولية ٣ ، وتوضع على عوارض النير الحشوات ٥ من الكرتون الكهربائى التى تقوم بعزلها عن الصلب الفعال للموصل المغناطيسى . ولتلافى تقوس صفائح القضبان يوضع فى الوسط (بين عوارض النير) المسند الوسطى ٦ الذى توضع عليه الالواح الخشبية ٧ . ومن ثم توزع على طول محيط المنضدة العدد اللازم من القضبان الموجهة ٨ بحيث تكون مشتركة مع ثقوب الصفائح ٩ فى المحور . وتستند القضبان الموجهة على شرائح ارتكاز ١٠ من الصلب . وينبغي ان يكون من نصيب كل صفيحة ما لا يقل عن

قضيبين موجهين بقطر اقل بعض الشئ من قطر الثقوب فى الصفائح .

ويقوم ميكانيكى كهربائى واحد بتجميع الموصلات المغناطيسية للمحولات ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠ كيلوفلط أمبير ، واما المحولات ذات الاستطاعة الاكبر منها فيقوم بتجميعها عاملان بل اربعة عمال . ويجرى التجميع بوضع الصفائح بشكل مستو بدون انحرافات وبروزات وتعدى بعضها على بعض . ويقام بازالة عدم الاستواء والفسحات فى اماكن الالتقاء المتكونة اثناء تجميع الموصل المغناطيسى ، بواسطة مطارق تجليس خاصة من النحاس او الجيتيناكس . ان قيمة الخلوص (الفسحات) المسموحة بها فى اماكن الاتصال عند حشو الموصل المغناطيسى للمحول من الحجم الثالث III هى ٠,٥ — ٠,٨ مم . ويجب ان تكون الخلوصات فى جميع اماكن الاتصال فى قضبان وانيار الموصل المغناطيسى منتظمة ومتساوية وان لا تزيد عن الخلوصات التى تركها المصنع المنتج عند تجميع المحول .

وتفحص صحة وضع الصفائح دوريا وذلك بقياس المسافة القطرية بين ثقوب الموصل المغناطيسى . ويجب ان تكون الرزم موضوعة بانتظام على جميع محيط الموصل المغناطيسى وبدون انحرافات ؛ ويقاس سمك الرزم بالورنية واما الانحرافات والوضع الرأسى للقضبان الموجهة فتقاس بالمثلث — الزاوية .

ويجب متابعة الوضع الرأسى للقضبان الموجهة وقيم الخلوص فى اماكن اتصال الصفائح بدقة . وعادة ما تنحرف القضبان الموجهة عند تجميع الموصل المغناطيسى الى الجوانب وخاصة عند وضع الصفائح بلا اهتمام على أمل ان تعدل فيما بعد. وقلة الاهتمام هذه تؤدى حتما الى تكوين انحرافات فى الموصل المغناطيسى الجارى



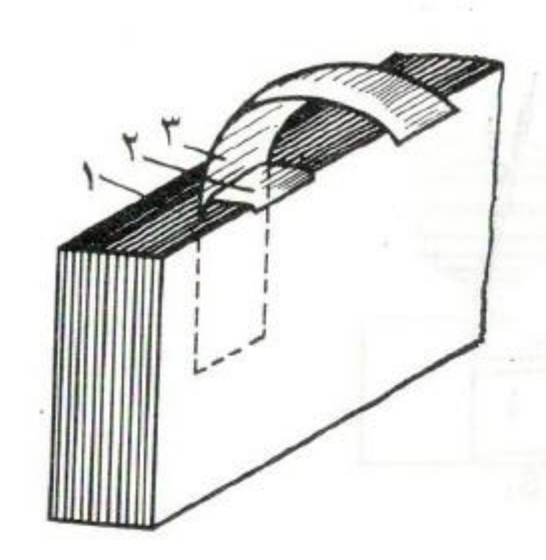

الشكل ٨٢ . الانحراف الجزئى (أ) والانحراف الكلى (ب) لرزم الصلب فى القضبان او الانيار عند تجميع الموصل المغناطيسى ، وتحديد الانحراف بالخلوصات بين الصفائح (جـ) :

١ – قضيب موجه ، ٢ و ٤ – صفائح القضيب والنير ، ٣ – مثلث زاوية

تجميعه وعند «رمى» الصفائح على القضبان الموجهة فان الاخيرة تنحرف الى الجوانب عن الوضع الرأسى وهى بدورها تزيح رزم الصفائح السفلية التى تم تجميعها وتسويتها . وينبغى لتلافى هذا تلبيس صفائح الصلب على القضبان الموجهة بحذر بدون اصابتها وازاحتها الى الجوانب بضربات الصفائح .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى ان يتذكر وهو يجمع الموصل المغناطيسى بان «الانحراف» الذى يكاد لا يذكر فى بداية التجميع (الشكل ٨٢ ، أ) قد يؤدى فى نهاية التجميع الى انحراف كبير يصعب تعديله لصلب الموصل المغناطيسى (الشكل ٨٢ ، ب) . ويشهد على وجود «الانحرافات» عدم انتظام الخلوص فى اماكن الاتصال حيث $S > S_1$ اى انحراف باتجاه الخلوص الكبير (الشكل ٨٢ ، جـ) . وتزال الانحرافات الغير كبيرة بازاحة الرزمة المائلة باستعمال القضبان الموجهة كعتلات .

ولتكوين الثقوب الطبيعية فى القضبان والانيار يقام عند تجميع




الشكل ٨٣ . تركيب الشريط المؤرض : ١ – صفائح الرزمة الثانية للنير ، ٢ – شريط من الكرتون الكهربائى ، ٣ – شريط نحاس مبيض بالقصدير

رزم الصلب بتدوير القضبان الموجهة دوريا لتوحيد مراكز الثقوب وفى هذه الحالة ينبغى على القضبان ان تحافظ بدقة على الوضع الرأسى .

ويقام بعد الفحص التالى اثناء وضع الرزمة الثانية لصفائح النير بوضع الشرائط المؤرضة ٣ من النحاس المبيض بالقصدير بين الصفائح من جهة الفلطية المنخفضة (الشكل ٨٣) مع الشريط ٢ من الكرتون الكهربائى الذى يعمل على منع الشريط النحاسى من احداث تماس بين حواف صفائح النير .

وتستخدم للتأريض شرائط نحاسية بعرض لا يقل عن ٣٠ مم وبسمك ٠,٣ مم . واما فى المحولات ذات الاستطاعة الكبيرة فيتكون الشريط المؤرض من عدة شرائط نحاسية مجمعة معا . وقد يكون فى بعض الحالات للموصلات المغناطيسية فى المحولات ذات الاستطاعة الكبيرة طقمان من الشرائط المؤرضة فى نقطتين مختلفتين وذلك للتأريض الاكثر امانا للموصل المغناطيسى .

ويختتم تجميع الصلب الفعال بوضع الصفائح الطرفية الزاوية التى تغطى اماكن اتصال الطبقة الاخيرة ، ومن ثم يوضع العازل من الكرتون الكهربائى فى مكانه الذى يعزل الصلب الفعال عن عوارض النير ومن ثم توضع الاخيرة الخاصة بجهة الفلطية العالية وتنزع فيما بعد القضبان الموجهة على التوالى وندخل فى اماكنها صبالم الشد . ولكون الصفائح المجمعة والغير مكبوسة بصبالم الشد للموصل المغناطيسى

غير ملتصقة ببعضها البعض بتراص ، لذا فانه يقام بكبس الموصل المغناطيسى مسبقا بوضع ثقل او بشد الصفائح بصبالم مطولة مؤقتة . وبعد الكبس يفحص سمك الموصل المغناطيسى على طول المحيط ، وتلبس المواسير من الورق والباكيليت والوردات من الكرتون الكهربائى والصلب على صبالم الشد ، وتشد الصواميل على صبالم الشد ويكبس الموصل المغناطيسى خفيفا . ومن ثم تزال الاعوجاجات القائمة وابتداء من الصبالم الوسطية يجرى كبس الموصل المغناطيسى بالشد المنتظم للصواميل وحتى القياس المطلوب . وبانتهاء الكبس تثبت على عوارض النير السفلية للموصل المغناطيسى شرائح الارتكاز . ويربط الموصل المغناطيسى المجمع كليا بحبال تعليق ويرفع ويوضع رأسيا على عوارض خشبية وتركب الصبالم الكابسة الرأسية تماما كما كانت قبل فك الموصل المغناطيسى .

وبعد انجاز جميع عمليات التجميع يعاين الموصل المغناطيسى وتشد صبالم الشد نهائيا ، وتقاس مقاومة عازل عوارض النير والصبالم بالنسبة للصلب الفعال بواسطة الميجااومتر . وعند انعدام العيوب يرسل الموصل المغناطيسى الى الاختبار . ويجرى تفكيك النير العلوى للموصل المغناطيسى الذى اجتاز الاختبارات ويجهز لتلبيس الملفات عليه .

وعند اصلاح المحولات ذات الاستطاعة الغير كبيرة فى ورشات الاصلاح الكهربائى ولتلافى الفك لمرة اخرى يقام بتجميع الموصل المغناطيسى باكمله ولكن بدون حشو النير العلوى . وتلبس على قضبان هذا الموصل المغناطيسى ملفات الفلطية المنخفضة والعالية ويوضع العازل المطلوب وفقط بعد ذلك يقام بحشو النير العلوى ويجمع الموصل المغناطيسى الى ان يجهز كليا .

ان الوصف الوارد اعلاه لتكنولوجيا التجميع يعود الى الموصلات المغناطيسية الصبلمية ، ويفسر هذا بدخول غالبية المحولات مع الموصلات المغناطيسية ذات التثبيت الصبلمي الى حيز الاصلاح . غير انه لكون مصانع المحولات قد تحولت مؤخرا الى انتاج موصلات مغناطيسية بتصميم خال من الصبالم فان عدد المحولات الجاري اصلاحها ذات الموصلات المغناطيسية كهذه قد اصبح يزداد كل عام .

ولذا فانه من الانسب ايراد معلومات مختصرة عن بعض الخصائص المميزة لفك وتجميع هذه الموصلات المغناطيسية .

والموصل المغناطيسي الخالي من الصبالم مثله مثل المشدود بصبالم الشد ، يوضع ويفك ويجمع بواسطة القلاب ولكن ببعض الاختلاف : يقام بارخاء الكبس (التفكيك) برفع علب الشد الخارجية وانصاف الأطر عن الانيار وذلك بقص وازالة الأطر عن القضبان . ولانعدام الثقوب في الصفائح يجرى تجميع الموصل المغناطيسي بدون تثبيت الصفائح على القضبان الموجهة ، حيث يتطلب هذا الدقة المتناهية في تنفيذ العمليات التجميعية والرقابة المستمرة لنوعية التجميع .

ويختلف طابع وتعاقب عمليات تجميع الموصلات المغناطيسية بالتصميم الصبلمي والخالي من الصبالم . وبعد وضع جميع الصفائح للموصل المغناطيسي الخالي من الصبالم توضع الشرائح والقدد الخشبية (من الزان) في بروزات رزم القضبان مع المحافظة على ترتيب توزيعها بالشكل الذي كان عليه قبل فك الموصل المغناطيسي . وتثبت الشرائح والقدد بربطها على القضبان بواسطة شريط من القطن . ومن ثم يضم (يكبس) الموصل المغناطيسي الى حد بلوغ القياسات المطلوبة بواسطة تجهيزات كبس مؤقتة — ملازم او أطر شريطية ؛

وتكبس القضبان فى البداية ومن ثم الانيار . وتزال عن الموصل المغناطيسى المكبوس التجهيزات الكابسة المؤقتة . وتركب أطر شريطية من الصلب بعد وضع شرائح من الكرتون الكهربائى تحتها مسبقا ومن ثم تشد بقوة معينة . وتمرر نهايات الاطر الشريطية من خلال ابازيم مسلحة بطلاء عازل ، وبعد وضع حشوات من شرائح الكرتون الكهربائى تشد بكلابة شريطية او باخرى من سلاسل . وتثنى نهاية الشريط بضربة مطرقة فى مكان خروج الشريط من نافذة الابزيم وتلحم على الاطار باللحام الكهربائى .

وتكبس الانيار بصبالم مؤقتة مدخلة فى الثقوب الكائنة على نهايات عوارض النير . وبعد الضم تركب انصاف الاطر وتشد بصواميل . ويفحص الموصل المغناطيسى المجمع والمكبوس نهائيا بالميجاأومتر وذلك لقياس : مقاومة عازل انصاف الاطر ، عوارض النير ، والاطر من الصلب بالنسبة للصلب الفعال ؛ وتقاس المقاومة الاومية لكل حزمة وللموصل المغناطيسى ككل .

وينبغى عند الاصلاح (حينما يكون هذا بالامكان) استبدال الاطر من الصلب للقضبان باطر من الزجاج البلاستيكى . ان ضم القضبان باطر من الزجاج البلاستيكى هو اكثر حداثة ومتانة .

ومن الضرورى عند اصلاح الموصلات المغناطيسية الخالية من الصبالم مراعاة المتطلبات التالية :

— يجب ان لا تزيد قيم الخلوص فى اماكن التقاء رزم الصفائح المستقلة فى الموصل المغناطيسى المجمع عن ٢,٥ ملم ، وقياس النتوءات البارزة عن ٢ مم ؛ ويجب ان لا يزيد عدد الصفائح ذات الانحرافات المذكورة عن ٠,٥٪ من المجموع الكلى ؛

ـ يسمح فى اماكن التقاء الصفائح بتشخين رزمتها حتى ١٪ من سمك القضيب او النير ؛

ـ ويجب ان تكون الشرائط المؤرضة منظفة حتى اللمعان المعدنى ، واما صفائح الصلب الفعال فلا تنظف فى اماكن وضع المؤرضات ؛

ـ لا يسمح كبس الموصلات المغناطيسية بالاثقال ؛

ـ يسمح بانحراف الاطر الشريطية عند ازاحتها بما لا يزيد عن ٥ مم ؛

ـ يجب ان تكون مقاومة عازل العناصر الهيكلية (عوارض النير ، الاطر من الصلب وغيرها) ما لا يقل عن ٢ ميجااوم ؛

ـ عند الاختبار بالفلطية الملحقة لتيار متردد بذبذبة قدرها ٥٠ هيرتس ينبغى على عازل جميع القطع الضاغطة للموصل المغناطيسى المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٦٣٠٠ كيلوفلط أمبير ان يصمد لمدة دقيقة واحدة لفلطية الاختبار بالنسبة للصلب الفعال وقدرها ٢ كيلوفلط .

ويرسل الموصل المغناطيسى المرمم والمجمع كليا الى قسم اللف لتركيب العازل وتركيب الملفات على قضبانه . ويقوم بهذا الجزء من اصلاح المحول فى ورشات الاصلاح الكهربائى عمال لف وعزل المحولات . ويقام قبل المباشرة بالعمل بجلب ملفات الفلطية المنخفضة والعالية الى مكان العمل وكذلك كل اطقم القطع العازلة والمواد والادوات والعدة اللازمة . وتفحص بدقة نوعية وحالة الملفات والمواد المجلوبة الى المحول الجارى اصلاحه بواسطة المعاينات والاختبارات . ويباشر عند النتائج المرضية للمعاينات والاختبارات بتركيب العازل وتلبيس الملفات . ويقام لهذا الغرض بتفكيك (نزع

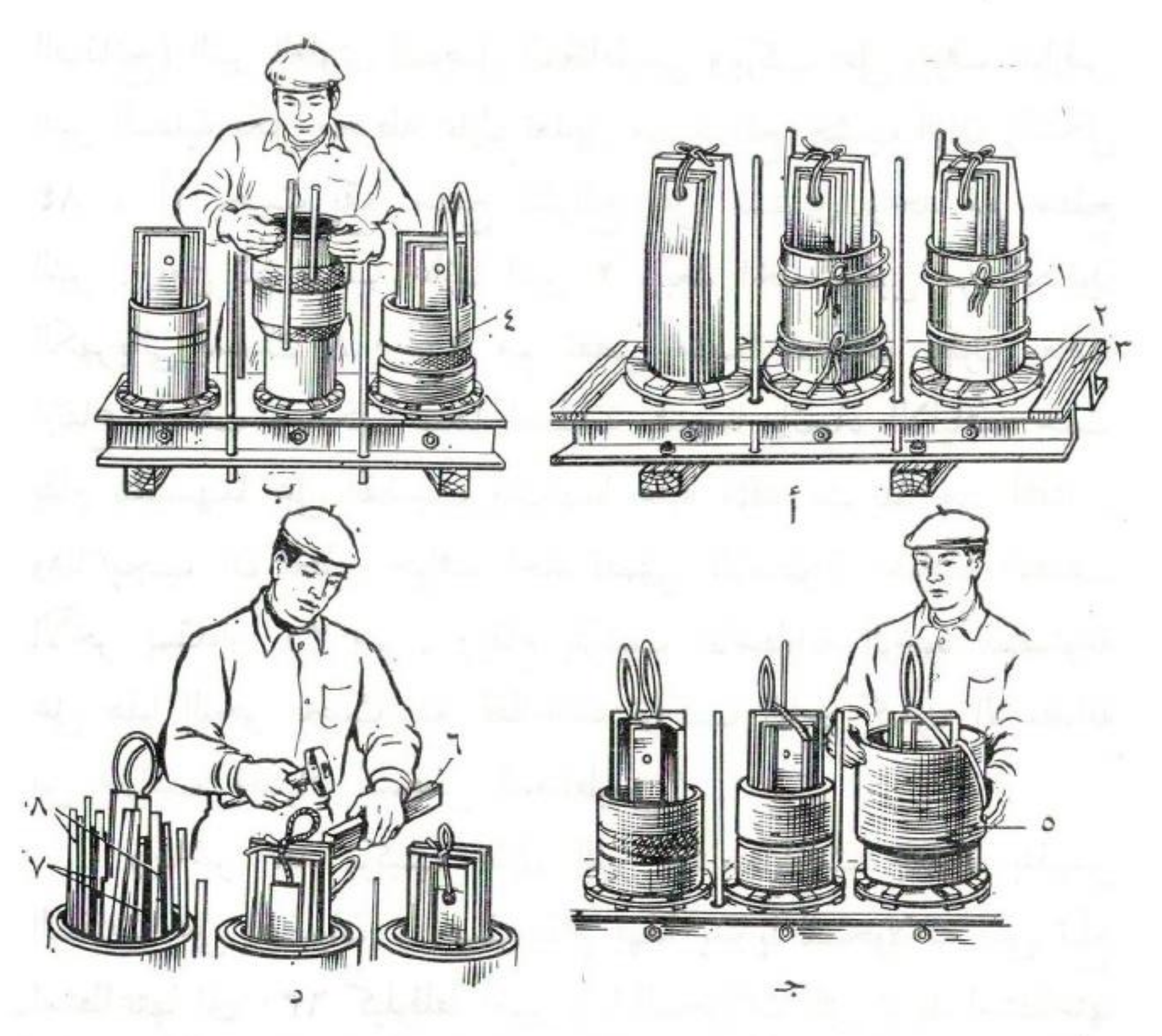
الصفائح) النير العلوى للموصل المغناطيسى ويركب على رفوف عوارض النير السفلية بكل محيطه عازل تعديل من شرائح خشب الزان (الشكل ٨٤ ، أ) بحيث يقع سطح الشرائح على مستوى واحد مع سطح النير . ومن ثم يركب عازل النير ٢ وبعد اخذ لوحين من الكرتون الكهربائى بسمك ٠,٨ — ١ مم تقص منهما قطعتان بطول يعادل ارتفاع الملف ويشكل نصفا اسطوانة بثنيهما باتجاه الالياف حيث يقام بتلبيسهما على القضيب وتثبيتهما عليه مؤقتا بشريط من التفتا . وهنا يجب ان تغطى حواف احد نصفى الاسطوانة حواف النصف الآخر بمقدار ٣٠ مم . ويقام بتركيب الاسطوانة الرخوة المصنوعة على هذا النحو بحيث تقع قطاعات تراكب الواح كرتون الاسطوانة من جوانب قضبان الموصل المغناطيسى* .

ويباشر بعد تركيب عازل النير والاسطوانات العازلة بتلبيس الملفات على القضبان ، حيث يقام بهذا يدويا للمحولات التى تبلغ استطاعتها الى ٦٣٠ كيلوفلط أمبير واما المحولات التى تزيد استطاعتها عن ٦٣٠ كيلوفلط أمبير فتلبس الملفات فيها بواسطة ادوات رفع وتلبيس .

ويشاهد فى الشكل ٨٤ ، ب و ج التلبيس اليدوى لملفات الفلطية المنخفضة والعالية على قضبان الموصل المغناطيسى للمحول . وتلبس فى البداية ملفات الفلطية المنخفضة على القضبان (الشكل ٨٤ ، ب) ، ومن ثم تركب عليها ملفات الفلطية العالية بتطابق المركز (الشكل ٨٤ ، ج) وتنفذ هذه العمليات ابتداء من الطور

---

* تستخدم الاسطوانات الرخوة فى المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٤٠٠ كيلوفلط أمبير وفى محولات ذات استطاعة اكبر اذا لم توجد اسطوانات صلبة للملفات .




الشكل ٨٤ . تركيب عازل النير وعازل قضبان الموصل المغناطيسى (ا) ، تلبيس ملف الفلطية المنخفضة للمحول على قضيب الموصل المغناطيسى (ب) ، تلبيس ملف الفلطية العالية على ملف الفلطية المنخفضة (جـ) ، واسفنة الملفات (د) :
١ – اسطوانة رخوة من الكرتون الكهربائى (عازل القضيب) ، ٢ و ٣ – عازل النير وعازل التعديل ، ٤ – قضيب الموصل المغناطيسى ، ٥ – ملف الفلطية العالية ، ٦ – قضيب دق ، ٧ – قضبان مستديرة المقطع ، ٨ – شرائح

الطرفى . ويمنع تجليس الملفات بضربات الشاكوش لتلافى تشويهها والاضرار بعازل اللفات .

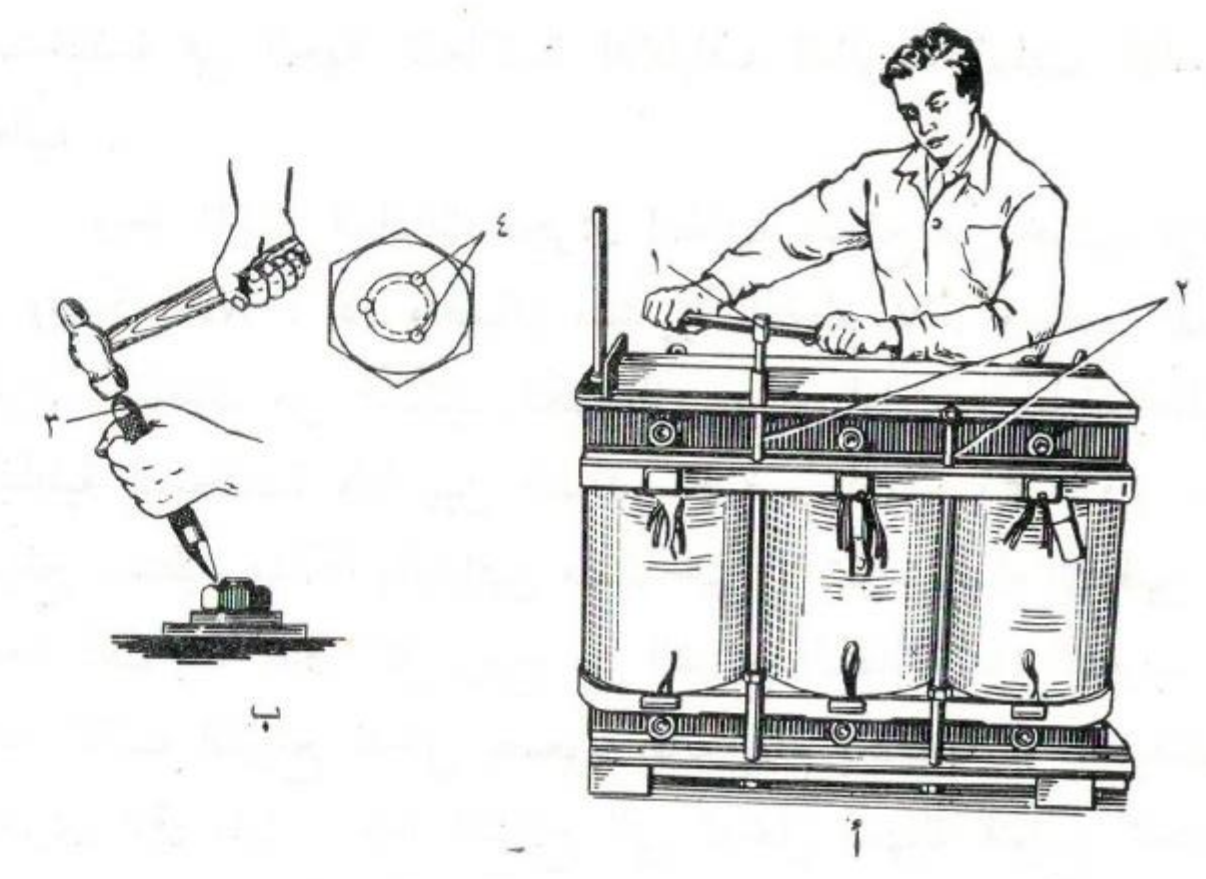
ويجب عند تلبيس الملفات ان تكون اطرافها الخارجة (اطراف السحب) واقعة بشكل صحيح بالنسبة الى الموصل المغناطيسى والى بعضها البعض : ويجب ان تقع الاطراف الخارجة لملفات الفلطية

المنخفضة فى الجهة المعاكسة للاطراف الخارجة لملف الفلطية العالية .

وبعد تلبيس الملفات تجرى اسفنتها بشرائح من خشب الزان ٨ (الشكل ٨٤ ، د) وقضبان مستديرة المقطع ٧ . ويوضع لهذا الغرض لفافتان من الكرتون الكهربائى بين ملفات الفلطية العالية والفلطية المنخفضة واما بين اللفافتين فتوضع لعمق ٣٠ — ٤٠ مم شرائح مستطيلة مدلكة بالبارافين مسبقا حتى لا تقوم بايذاء اللفافتين . وبعد ذلك يبدأ بدق كل زوج من الشرائح المتقابلة على التناوب . فاذا كانت الشرائح تدخل بصعوبة فانه يقام يكشطها او استبدالها باخرى ارق منها . واما الشرائح التى تدخل بسهولة فتوضع تحتها شرائط رقيقة من الكرتون الكهربائى .

وبعد اسفنة ملفات الفلطية العالية تجرى اسفنة ملفات الفلطية المنخفضة بنفس الطريقة بقضبان مستديرة المقطع وشرائح مشكلة تدق بين الاسطوانة ودرجات قضيب الموصل المغناطيسى . وتوزع القضبان والشرائح على طول الملف كله .

ويجرى تجليس القضبان ٧ والشرائح ٨ بضربات الشاكوش على قضيب الدق ٦ ، المصنوع من الخشب او الفبر مع تلافى الضربات الشديدة القادرة على شق نهاية القضيب او الشرائح اثناء الدق . وللحفاظ على الشكل الاسطوانى للملفات تدق القضبان مستديرة المقطع فى البداية ومن ثم الشرائح . واما القضبان والشرائح التى بلغت مستوى صلب الموصل المغناطيسى فيجرى تجليسها كذلك بضربات الشاكوش خلال قضيب دق بحيث يحرص على عدم الحاق الضرر بصفائح الموصل المغناطيسى او بعازل الملف .

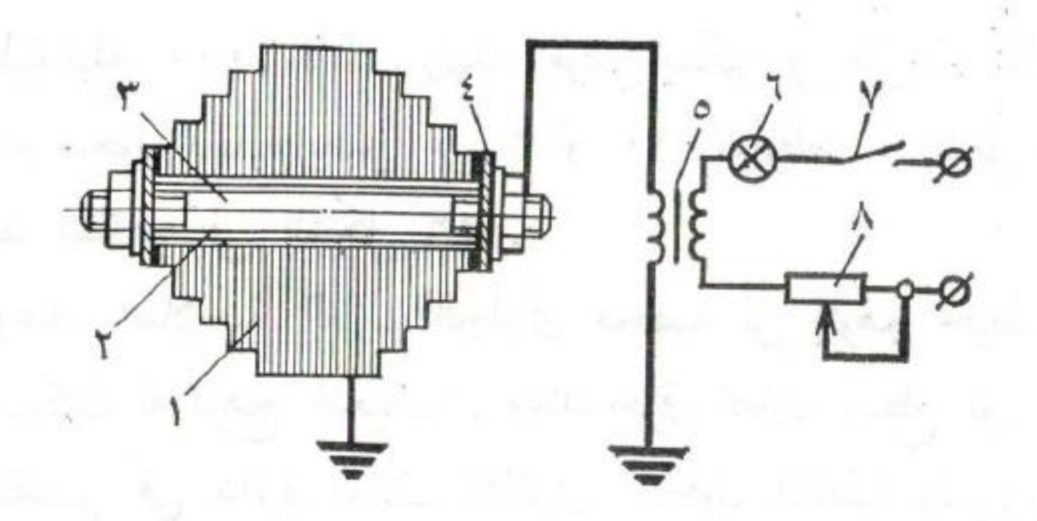



الشكل ٨٥ . كبس الملفات بصبالم رأسية (أ) وسنبكة الصواميل على الصبلمة الرأسية (ب) :
١ – مفتاح صواميل طرفى ، ٢ – صبالم رأسية ، ٣ – سنبك ، ٤ – نقرات السنبك

واذا كانت قضبان الموصلات المغناطيسية للمحولات مشدودة على طول ارتفاعها بصبالم الشد التى تبرز نهاياتها من فوق مسطح القضيب فانه توضع على القضبان مسبقا ، قبل تجليس الملفات، شرائح مشكلة ذات ثقوب تغطس فيها نهايات الصبالم مع صواميلها ومن ثم يركب ملف الفلطية المنخفضة ويؤسفن على القضبان .

وبانتهاء الاسفنة يركب عازل النير العلوى وتثنى نهايات الملفات وتعد للحام المخطط الكهربائى ولتوصيلها بالاطراف الخارجة . وبعد هذا تحشى صفائح النير العلوى مع تنفيذ كل العمليات تماما كما ذكر عند تجميع الموصل المغناطيسى .

وبانتهاء حشو النير العلوى وتركيب عازل النير وعوارضه تدخل




الشكل ٨٦ . مخطط كهربائى لاختبار عازل صبالم الشد للموصل المغناطيسى :
١ – الصلب الفعال للموصل المغناطيسى ، ٢ – ماسورة عازلة من الورق والباكيليت ،
٣ – صبلمة شد ، ٤ – منيم من الصلب او عارضة النير ، ٥ – محول اختبار ،
٦ – لمبة (مصباح) توهج ، ٧ – مفتاح فصل ، ٨ – مغير مقاومة

فى الثقوب الموجودة فى رفوف عوارض النير الصبالم الرأسية المنزوعة سابقا وتكبس الملفات (الشكل ٨٥ ، أ) بشد الصواميل على الصبالم بانتظام بواسطة مفتاح صواميل طرفى . وبعد هذه العمليات يفحص مرة اخرى موقع القطع العازلة وتقاس بالميجااومتر مقاومة عازل الصبالم وتسنبك الصواميل على الصبالم فى ثلاث نقاط (الشكل ٨٥ ، ب) حتى لا تنفك اثناء عمل المحول .

وتفحص فى ظروف الاصلاح مقاومة عازل صبالم الشد وعوارض النير للموصل المغناطيسى بميجااومتر يعمل على ١٠٠٠ – ٢٥٠٠ فلط . وتكون قيمة مقاومة العازل غير معيرة . وانطلاقا من خبرة اصلاح وتشغيل المحولات يعتبر بان مقاومة عازل هذه الاجزاء من الموصل المغناطيسى يجب ان لا تقل عن ١٠ ميجاأوم .

وفى مصانع الاصلاح المختصة وفى عنابر الاصلاح الكهربائى للمؤسسات الكبرى التى فى حوزتها وحدات اختبار ، يقام باختبار متانة عازل صبالم الشد لمدة دقيقة واحدة بتيار متردد

ذى فلطية تبلغ ٢٠٠٠ فلط . ولهذا الغرض يمكن فى ظروف الاصلاح استخدام محول فلطية يعمل على ٦ او ١٠ كيلوفلط ، يشغل حسب المخطط الظاهر فى الشكل ٨٦ .

وعند صلاحية العازل الجارى فحصه لن يتوهج خيط اللمبة ٦ او سيكون له توهج ضعيف*. وعند خرق العازل يسطع نور اللمبة نتيجة للقصر فى دائرة الملف الثانوى لمحول الفلطية ولمرور تيار التقصير فى هذه الدائرة وخلال خيط اللمبة . ويمكن فى المخطط المذكور استبدال لمبة التوهج بأمبيرمتر عادى . وتكون العمليات الختامية لمرحلة التجميع الاولى هى تجميع الملفات وتوصيل المخطط الكهربائى لها .

تجميع وتوصيل المخطط الكهربائى للملفات . تكون ملفات المحولات الحديثة ، المستخدمة فى الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية كقاعدة ، موصولة حسب مخطط «نجمة» وفقط فى الحالات النادرة وفى العديد من المحولات ذات التصاميم القديمة تكون موصولة حسب مخطط «مثلث» . وتوصل نهايات الملفات باللحام القصديرى الذى ينجز بكاويات لحام خاصة .

ويستخدم فى الممارسة العملية للاصلاح بشكل واسع اللحام بمونة من القصدير والرصاص (٥٨٪ رصاص و ٤٠٪ قصدير و٢٪ انتيمون) بواسطة كاوية لحام ذات القوس الكهربائى وذلك لتوصيل نهايات ملفات المحولات ذات الاستطاعة الصغيرة .

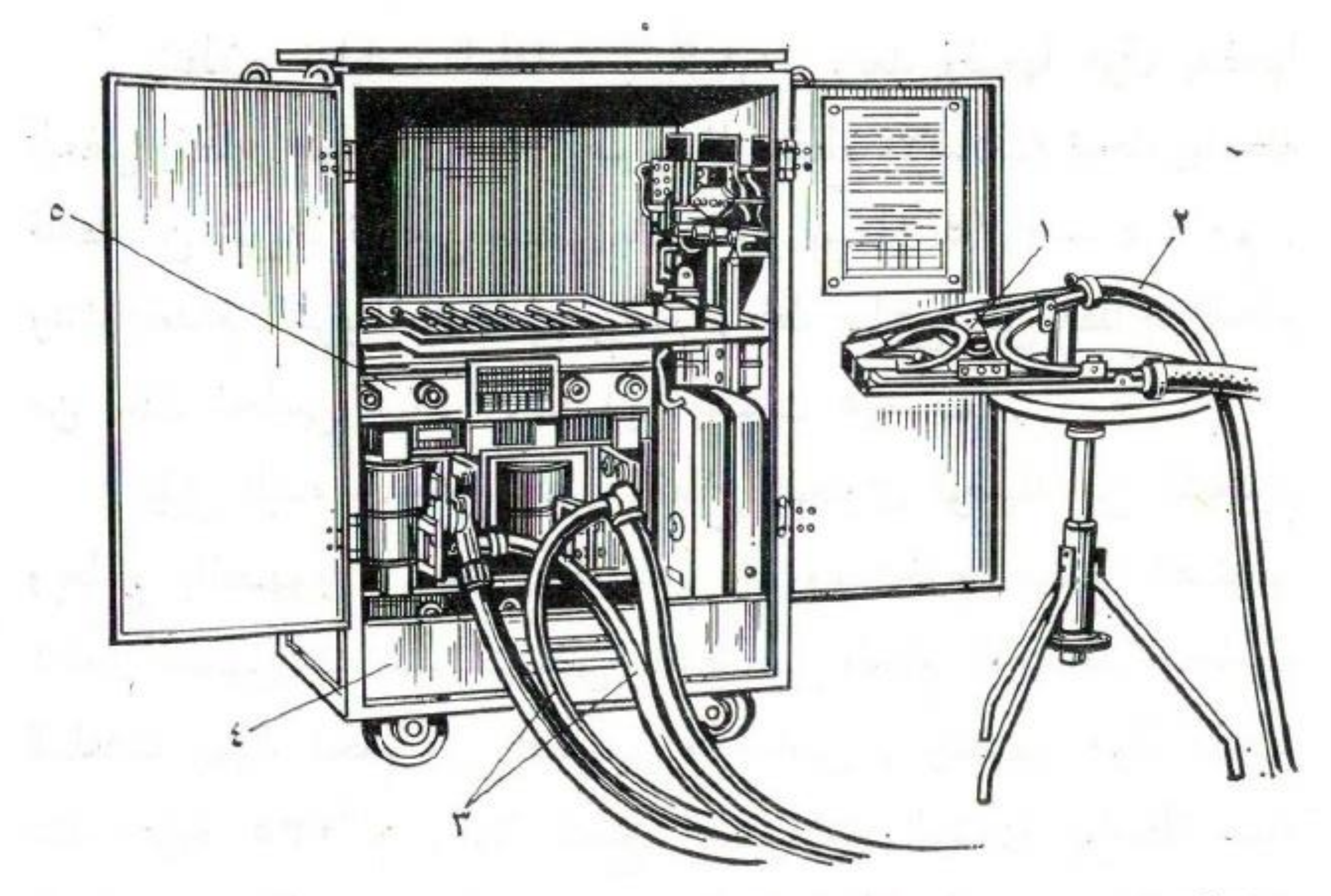
---

* تختار قوة اللمبة مع الاعتبار بان لا يتوهج خيطها فى نظام التشغيل البطئ لمحول الفلطية .

وتنظف نهايات الملفات بسكين ، وبعد وضعها فوق بعضها البعض بقطاع طوله ١٥ — ٣٠ مم (تبعا لمقطع الأسلاك) توحد بواسطة قامطة من شريط نحاسى مبيض بالقصدير بسمك ٠,٢٥ — ٠,٤ مم . وعند انعدام الشريط النحاسى يوضع رباط سلكى على قطاع اللحام من سلك نحاسى مبيض بالقصدير بسمك ٠,٥ مم .

وقبل البدء باللحام ينظف القطاع الجارى توصيله من الشحوم ويعالج بالصهور ويبيض بالقصدير . ويستخدم صمغ الصنوبر دائما كصهورات عند التبييض بالقصدير ولحام الاسلاك النحاسية للملفات بمونة لحام من القصدير والرصاص . وتنصهر مونة اللحام عند حرارة ٢٣٥° م . ولا تتمتع التوصيلات المنجزة بواسطة مونة اللحام من القصدير والرصاص بمقاومة عالية للحرارة ولا بمتانة ميكانيكية ولذا تستخدم فى المحولات ذات الاستطاعة الكبيرة مونة لحام من النحاس والفوسفور (٩٢,٥٪ نحاس و ٧,٥٪ فوسفور) التى تنصهر عند حرارة تقرب من ٧١٥° م لتوصيل نهايات الملفات وبالاخص لتوصيلها بالأطراف الخارجة . ويجرى اللحام بهذه المونة بواسطة ملاقط لحام . وتغطى الملفات اثناء اللحام بصفائح من الكرتون الكهربائى لوقايتها من التضرر برذاذ مونة اللحام او من لمسها عفويا بالكاوية المسخنة .

ولانجاز اعمال اللحام الكهربائى تستخدم بنجاح عند اصلاح المحولات ، اجهزة اللحام الكهربائى من نوعين وذلك حسب التيار ، اى تعمل على ٢٠٠٠ و ٤٠٠٠ أمبير . ويتكون جهاز اللحام الكهربائى (الشكل ٨٧) من صندوق معدنى ٤ على عجلات يقع بداخله المحول ٥ مع اجهزة التحكم .




الشكل ٨٧ . جهاز اللحام الكهربائى لمؤسسة «موس انيرجوريمونت» :
١ — ملاقط اللحام الكهربائى ، ٢ — موصل تيار الملاقط ، ٣ — خراطيم ماء التبريد ، ٤ — صندوق ، ٥ — محول مع اجهزة التحكم

ويقام بلحام الاسلاك بملاقط اللحام الكهربائى ١ الموصولة بالمحول مع اجهزة التحكم وذلك بواسطة الموصل المرن للتيار ٢ ذى التبريد المائى . ويتم ايصال ماء التبريد الى الجهاز وابعاده عنه بواسطة الخراطيم ٣ .

وتنظف بعد اللحام قطاعات توصيل الاسلاك من دقائق مونة اللحام البارزة وتعزل بورق على اساس مطاطى وقماش مورنش بعرض ٢٠ — ٢٥ مم يوضعان بطبقتين ، وبنصف تركيبة وتطلى بورنيش .

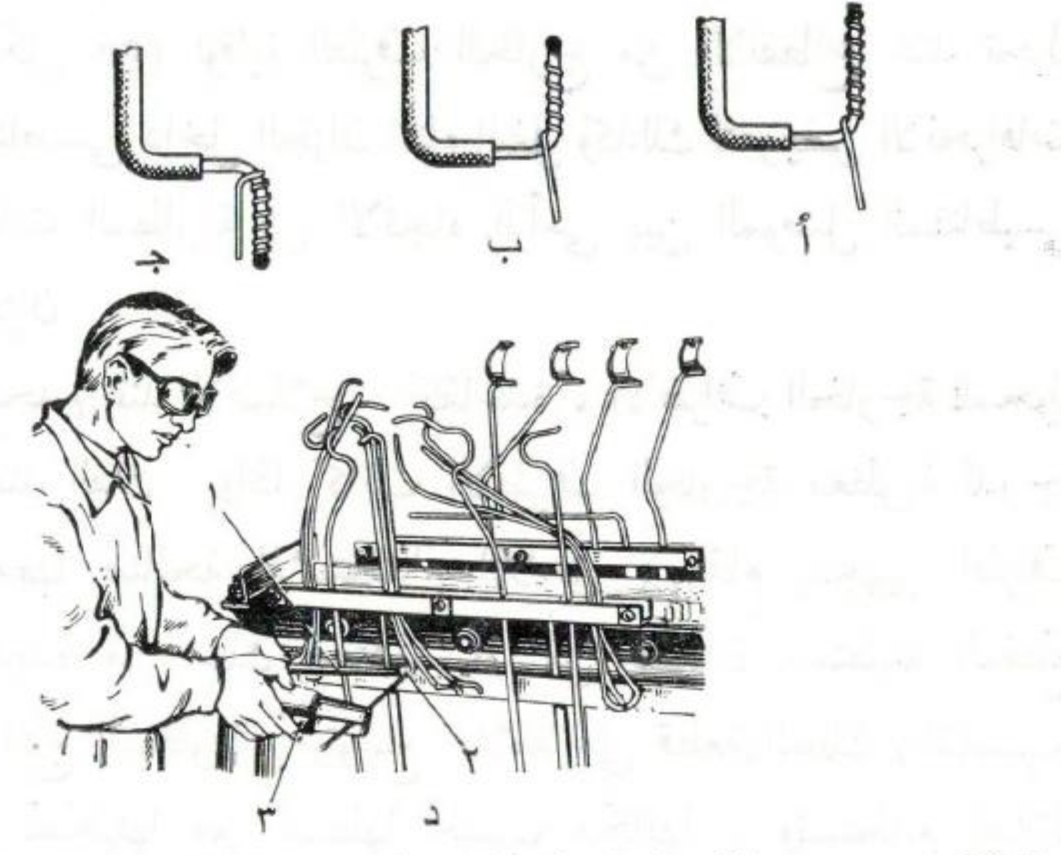
وتوصل نهايات ملفات المحول بواسطة الاطراف الخارجة بملامسات المبدل وبالقضبان الحاملة للتيار لاطراف الادخال . والطرف الخارج هو عبارة عن قطعة من سلك مستدير او من قضيب مستطيل المقطع يوجد على احدى نهايتيه مهدىء . وتستخدم المهدئات

(انظر الشكل ٥٠) لوقاية الطرف الخارج من الانقطاع عند تحرك القلب المغناطيسى داخل الخزان اثناء النقل وكذلك لتعويض الانحرافات عن المسافات المطلوبة فى الاتجاه الرأسى بين الموصل المغناطيسى وغطاء الخزان .

وتستخدم عند الاصلاح ، كقاعدة ، الاطراف الخارجة للمحول المنزوعة عند الفك . واذا كانت الاطراف الخارجة معطوبة لدرجة لا تكون معها صالحة للاستخدام اللاحق ، يقام بتجهيز اطراف اخرى جديدة من سلك مستدير أو من قضبان مستطيلة المقطع حسب النماذج المعطوبة . وتوضع علامة على قطعة السلك (القضيب) وتثنى بعد تسخينها مع ضبطها حسب مكانها . وتستخدم اسلاك نحاسية عارية للاطراف الخارجة لملفات الفلطية المنخفضة واسلاك معزولة او كابل مرن للاطراف الخارجة للفلطية العالية .

وتوصل المهدئات مع الاطراف الخارجة والاخيرة باطراف السحب لملف الفلطية العالية باللحام القصديرى او الكهربائى (الشكل ٨٨ ، أ ، ب ، ج) . ويجرى اللحام بمونة القصدير والرصاص او النحاس والفوسفور بالتراكيب بواسطة ملاقط اللحام الكهربائى ويشاهد فى الشكل ٨٨ ، د عملية لحام الاطراف الخارجة من السلك المستدير لملفات الفلطية العالية .

وتعزل اماكن توصيل الاطراف الخارجة بنهايات الملفات بورق على اساس مطاطى او بقماش مورنش مقصوص الى شرائط بعرض ٢٥ ـــ ٣٠ مم . وتلف القطاعات المعزولة بطبقة واحدة من شريط الورق القطنى بعرض ١٥ ـــ ٢٠ مم الذى يوضع بنصف تركيبة ومن ثم تطلى بطبقتين من الورنيش . ويقوم شريط الورق القطنى والطلاء الورنيشي بحماية العازل الاساسي على قطاع التوصيل . وتطلى كذلك




الشكل ٨٨ . عمليات لحام الاطراف الخارجة لملفات الفلطية العالية :
أ – التحضير للحام ، ب – اللحام المنجز ، جـ – التحضير للعزل ، د – لحام طرف الاخراج على طرف السحب للملف ؛ ١ – ملقط ، ٢ – قابض الخطاف ، ٣ – الطرف الخارج الجارى لحامه

الاطراف الخارجة (عدا السطوح التلامسية) كيلا تتأكسد بالورنيش بعد ازالة الشحوم عنها بالبنزين مسبقا . وعندما تكون الاطراف الخارجة من السلك المستدير معزولة على طولها بمواسير من الورق والباكيليت ، فانه تعزل فقط اماكن التقاء المواسير بقماش مورنش . وفى هذه الحالة يراعى بان لا تكون اماكن التقاء المواسير فى مكان تثبيت الاطراف الخارجة بالشرائح وان تكون (اى اماكن الالتقاء) مزاحة بالنسبة لاماكن التقاء الاطراف الخارجة المجاورة بما لا يقل عن ٥٠ مم . وتثبت الاطراف الخارجة على عوارض النير بشرائح خشبية . وتعزل قطاعات تثبيت الاطراف الخارجة بطبقتين من قماش مورنش .

تتكون القطع العازلة للجزء الفعال عادة من مواد ذات الياف (الخشب ، الكرتون الكهربائى ، الورق) تمتص الرطوبة الموجودة فى الهواء المحيط بشدة مما يؤدى الى خفض خصائصها العازلة للكهرباء . ولضمان المتانة الكهربائية العالية للعازل يعرض الجزء الفعال للمحول للتجفيف الذى تزال اثناءه الرطوبة من عازله الصلب .

وتوجد طرق مختلفة لتجفيف قلوب المحولات (فمثلا بطريقة فقدان التأثير الكهروطيسى فى صلب الخزان ، وفى خزانة تجفيف خاصة ، وبالاشعة تحت الحمراء ، وبالنفخ بالهواء وتحت جهاز التفريغ وبتيارات التقصير وغيرها) مع حسناتها وسيئاتها . غير انه عند اصلاح المحولات فى العنابر الكهربائية للمؤسسات الصغيرة التى لا تملك معدات خاصة ، يكون التجفيف الاسهل منالا هو تجفيف الجزء الفعال بطريقة التسخين الناتج عن فقدان التأثير الكهروطيسى فى صلب الخزان . ويتلخص جوهر هذه الطريقة فى انه عند مرور تيار متردد فى الملف المؤقت الممغنط (بكسر النون) الموضوع على الخزان ، يتكون مجال مغناطيسى قوى واما فى جدران الخزان فتنشأ تيارات دوامة تقوم عند انغلاقها عبر صلب الخزان بتسخينها . وفى هذه الحالة تسخن جميع الاجزاء المعدنية داخل الخزان مما يساعد على تبخر الرطوبة من عازل الملفات والموصل المغناطيسى .

ويجرى تجفيف المحول بهذه الطريقة كما يلى : يدفأ خزان المحول بطبقة واحدة او بطبقتين من صفائح الاسبست او الالياف الزجاجية . ويوضع على الخزان ملف مؤقت ممغنط تم انجازه بسلك عليه عازل اسبستى . وتتوقف طرق وضع الملف الممغنط على تصميم الخزان . ويتوقف عدد لفاته على ابعاد المحول :

$$w = AU/L$$

حيث ان $A$ — معامل التناسب الذى يتوقف على القدرة (الاستطاعة) النوعية $\Delta p$ المعبر عنها بالكيلوواط لكل ١ م٢ من سطح الخزان المشغول بالملف ؛ $U$ — فلطية مصدر التغذية ، فلط ؛ $L$ — طول محيط الخزان ، م .

ولتسخين جدران خزان المحول تؤخذ القدرة النوعية مساوية ١ — ٢ كيلوواط/م٢ واما لتسخين قاع الخزان بافران كهربائية فتؤخذ مساوية ٢,٥ — ٣ كيلوواط/م٢ . ويختار معامل التناسب تبعا للقدرة النوعية المتبعة . وتحدد القدرة اللازمة لتسخين المحول (كيلوواط) بالمعادلة :

$$P = \Delta pLh$$

حيث ان $h$ — ارتفاع الخزان المشغول بالملف ، م .

ومن ثم يوضع على الجزء الفعال للمحول عدة مزدوجات حرارية وبعد ادخاله فى الخزان يغلق الاخير بغطائه الذى تركب عليه اطراف ادخال مؤقتة بدلا من الثابتة . وتركب على الخزان من الخارج موازين حرارة يتم حسب قراءاتها التحكم بدرجة حرارة تسخين الملف . وتفحص بشكل دورى ، اثناء عملية التجفيف ، مقاومة عازل الملف حيث يتم بواسطتها الحكم على مجرى العملية . وتركب سدادات مؤقتة فى الفتحات الموجودة فى الغطاء . وتستبدل الحشوة المطاطية الكائنة بين الخزان وغطائه باخرى مقاومة للحرارة من الكلنجيريت او البارونيت (قماش من الاسبست والمطاط) . ويزال الحاجز من الماسورة الواقية مؤقتا لاخراج الهواء من الخزان اثناء التجفيف ؛ واذا لم تكن هناك ماسورة واقية ، يجرى استخدام احدى الفتحات الموجودة فى غطاء الخزان لتركيب ماسورة التهوية فيها .

ويرد نظام تجفيف عازل المحولات بطريقة فقدان التأثير الكهروطيسى فى صلب الخزان فى الجدول رقم ٢ .

الجدول ٢

## نظام التجفيف لعازل المحولات

| ارقام البنود بالتسلسل | اسماء العمليات وتعاقبها | درجة الحرارة، °م | | طول مدة العمليات، بالساعات |
|---|---|---|---|---|
| | | لجدران الخزان | للهواء فى الخزان | |
| ١ | الرفع المنتظم لدرجة حرارة الجدران ( بمقدار ١٠ — ٢٠°م فى الساعة الواحدة ) | الى حد ٨٠ | ٦٠ | ٤—٦ |
| ٢ | دمج تسخين الهواء الوارد مع التهوية | ٨٠ | ٦٠ | — |
| ٣ | الرفع المنتظم لدرجة الحرارة فى الخزان ( بمقدار ١٠°م فى الساعة الواحدة ) | ١١٥—١٢٠ | ١٠٥ | ٤—٦ |
| ٤ | خفض درجة حرارة المحول | ٥٠—٦٠ | ٥٠—٦٠ | ١—٣ |
| ٥ | رفع درجة حرارة الهواء فى الخزان وتسخين الجزء الفعال | ١١٥—١٢٠ | ١٠٥ | ١—٣ |
| ٦ | الابقاء على درجة الحرارة الثابتة للجزء الفعال لتحديد نهاية عملية التجفيف | ١١٥—١٢٠ | ١٠٥ | ٦—٨ |
| ٧ | خفض درجة حرارة الجزء الفعال بالتدريج | ٦٠—٨٠ | ٦٠—٨٠ | ٣—٥ |
| ٨ | ملء الخزان بزيت نظيف غير رطب | ٦٠—٨٠ | ٦٠—٨٠ | ١—٢ |

تابع الجدول ٢

| ارقام البنود بالتسلسل | اسماء العمليات وتعاقبها | درجة الحرارة، °م | | طول مدة العمليات، بالساعات |
|---|---|---|---|---|
| | | لجدران الخزان | للهواء فى الخزان | |
| ٩ | تبريد المحول | ٤٠—٥٠ | ٤٠—٥٠ | ٢—٣ |
| ١٠ | اخراج الجزء الفعال وتفقده بمرور ٨ — ١٢ ساعة من بعد ملء الخزان بالزيت | ٤٠—٥٠ | — | — |

ملاحظات :

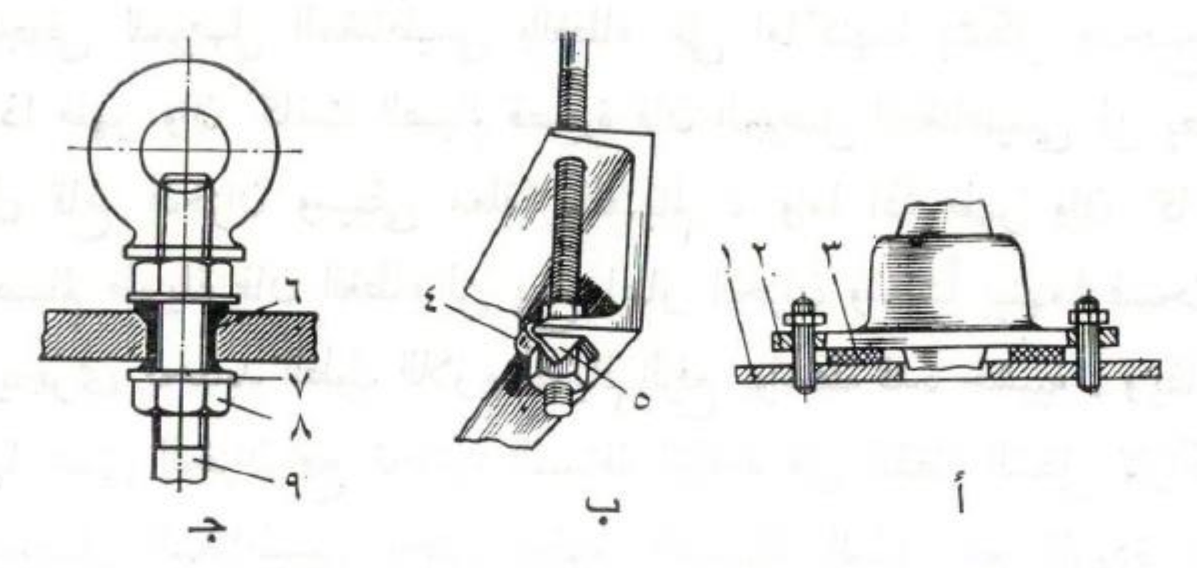
١ — تكرر العمليات الواردة فى البندين ٤ و ٥ لعدة مرات خلال ١٠ — ٣٠ ساعة.

٢ — تنهى عملية تجفيف العازل عندما لا تتغير مقاومة الملفات خلال ٦ — ٨ ساعات عند حرارة ثابتة ١٠٥°م فى الخزان .

٣ — يجب ان تكون حرارة الجزء الفعال لحظة تفقده اعلى من حرارة الهواء المحيط بمقدار ١٠ — ٢٠°م .

ويجرى بعد الانتهاء من التجفيف ما يسمى «بتسوية» الجزء الفعال حيث يكبس عندها الملف بالصبالم الرأسية اضافيا وتشد الصواميل على الصبالم الكابسة لنيرى الموصل المغناطيسى العلوى والسفلى . وتفحص بعد تسوية القلب مقاومة عازل كل من الملف وصبالم الشد وعوارض النير ومن ثم ينتقل الى عمليات المرحلة الثانية لتجميع المحول .

وعند تجميع المحولات الخالية من خزانات التمدد ، والتى تقع اطراف الادخال لها على جدران الخزان يقام فى البداية بادخال




الشكل ٨٩ . طرق انجاز عمليات التجميع المستقلة :
أ – تركيب الحشوة المطاطية تحت شفة طرف الادخال ، ب – تركيب الوردة للحيلولة دون الانفكاك الذاتى للصمولة على الطرف السفلى لصبلمة الرفع ، حـ – حشوة الطرف العلوى لصبلمة الرفع فى مكان مرورها خلال غطاء المحول ؛ ١ – غطاء المحول ، ٢ – شفة طرف الادخال ، ٣ – حشوة راصة من المطاط المقاوم للزيوت ، ٤ – ثنية الوردة المشكلة على عارضة النير ، ٥ – ثنية زاوية الوردة على حافة الصمولة ، ٦ – حشوة راصة من خيط اسبستى مشبع بورنيش ، ٧ – وردة من الصلب ، ٨ – صمولة ، ٩ – صبلمة رفع

الجزء الفعال فى الخزان وتركيب اطراف الادخال وتوصيل الاطراف الخارجة للملفات بها وبالمبدل ومن ثم يركب الغطاء على الخزان .

وتركب اغطية المحولات ذات الاستطاعة البالغة ٥٦٠ كيلوفلط أمبير على صبالم الرفع للقلب وتجهز كاملا بالقطع اللازمة واما المحولات ذات الاستطاعة الأكبر فتجهز اغطيتها على حدة وتثبت فى هيئة التجميع الكامل على صبالم الرفع للجزء الجوفى او على الخزان . ويعار فى هذه الحالة انتباه خاص الى صحة تركيب الحشوات الراصة ومتانة شد الصواميل وصحة توصيل الاطراف الخارجة باطراف الادخال وبالمبدلات ، وانجاز الحشوات التى تستبعد تسرب الزيت .

وتشاهد طرق انجاز عمليات التجميع المستقلة فى الشكل ٨٩ .

ويجرى عند تركيب صبالم الرفع ، ضبط طولها بحيث يركب الجزء

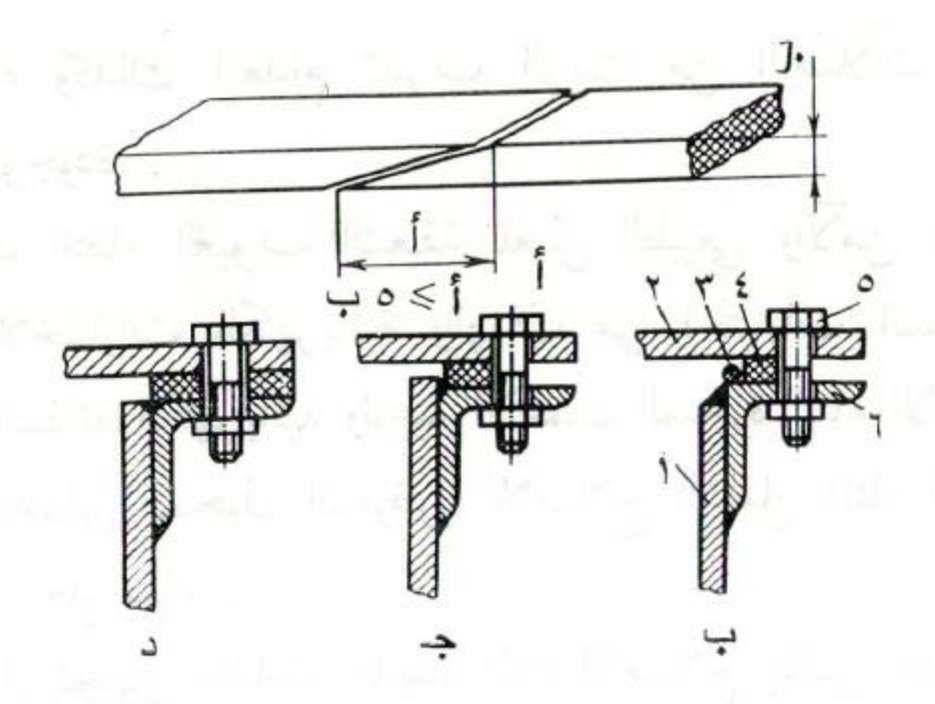
الجوفى للموصل المغناطيسى والغطاء على اماكنهما بشكل صحيح . واذا ظهر وان كانت الصبالم قصيرة فان الموصل المغناطيسى لن يصل الى قاع الخزان وسيبقى معلقا بالصبالم ، واما اذا ظهر وان كانت الصبالم طويلة فان الغطاء لن يبلغ اطار الخزان وستنشأ بينهما فسحة . ويجرى تحديد الطول اللازم لصبالم الرفع بواسطة قدة خشبية . ويقاس بها عمق الخزان مع تحديد المسافة الواقعة من النقطة السفلى لارتكاز الموصل المغناطيسى وحتى موضع الصمولة السفلى مع الوردة على الطرف العلوى للصبلمة . ويضبط طول الصبالم بتحريك الصواميل عليها . وتشد مثبتات الصبالم بدقة على عوارض النير .

ويعلق الجزء الجوفى مع الغطاء المثبت عليه بحلقات الرفع بواسطة حبال معدنية ويرفع بونش ويدلى به فى الخزان ببطء مع مراعاة اجراءات الحيطة التى تستبعد اصابة العاملين والاضرار باجزاء مستقلة من المحول .

وتوضع بين الغطاء واطار الخزان حشوة راصة من الواح المطاط المقاوم للزيوت بسمك ٦ — ١٢ مم وينفذ قطع مائل على اطراف الحشوة فى مكان التقائها (الشكل ٩٠ ، أ) .

وتركب الحشوة باحدى الطرق (المبينة فى الشكل ٩٠ ، ب ، جـ ، د) التى تستبعد امكانية خروجها بالضغط الى داخل الخزان . وعند التحشية الراصة لخزان المحول بالطرق المبينة فى الشكل ٩٠ ، ب ، جـ تؤخذ قياسات الحشوات الراصة تبعا لقياسات اطار الخزان . وحتى لا تنزاح الحشوة اثناء تركيب الغطاء يقام بلصقها على اطار الخزان بعد ازالة الشحوم بالبنزين عن سطوح الحشوة والاطار مسبقا .

ويركب الغطاء على اطار الخزان مع شد البراغى على طول محيطه بانتظام . وتركب على الغطاء الاذرع الحاملة التى يثبت عليها خزان




الشكل ٩٠ . غلق الخزان باحكام بواسطة حشوة من المطاط المقاوم للزيوت :
أ – انجاز مكان التقاء الحشوة ، ب ، جـ ، د – طرق تركيب الحشوة الراصة ؛
١ – جدار الخزان ، ٢ – غطاء المحول ، ٣ – حاصر (محدد) من سلك من الصلب بقطر ٤ – ٥ مم ، ٤ – حشوة من المطاط ، ٥ – برغى ، ٦ – اطار الخزان

التمدد مع مؤشر مستوى الزيت بواسطة البراغى ومن ثم تركب الماسورة الواقية بعد التحقق مسبقا من سلامة الحاجز الزجاجى واحكام تركيبه على نهاية الماسورة . وتوضع بين الشفة السفلى للماسورة وغطاء المحول حشوة راصة من مطاط مقاوم للزيوت . ويركب فيما بعد المرحل والقاطع الواقى النافذ .

وبعد الانتهاء من تجميع المحول وقبل ملئه بالزيت يقام مرة اخرى بفحص المتانة الكهربائية لعازل الملفات بميجاأومتر يعمل على ١٠٠٠ فلط . ويملأ المحول بزيت محولات غير رطب ذى متانة كهربائية مناسبة الى المستوى المطلوب، المحدد بالعلامات الموجودة على مؤشر مستوى الزيت لخزان التمدد . ويجرى بعد ملء المحول بالزيت تفقد احكام غلق التسليحات والقطع المركبة

على الغطاء وكذلك انعدام تسرب الزيت من الوصلات وخطوط اللحام الموجودة .

وعند انتفاء العيوب المعيقة للعمل الطبيعى والآمن ، يعرض المحول للاختبارات الكهربائية والهدف من اختبارات المحول هو فحص مواصفاته الكهربائية ونوعية الاعمال المنجزة اثناء الاصلاح . ويجرى اختبار المحول المعرض للاصلاح الشامل اثناء الاصلاح وبعده على حد سواء .

وحال تجهيز ملفات جديدة اثناء الاصلاح يقاس عدد اللفات ويجرى التحقق من انعدام التقطع وتماس اللفات فى الملف .

وبانتهاء المرحلة الاولى للتجميع (تجميع الجزء الفعال) توصل الملفات مؤقتا حسب المخطط المطلوب ويحدد معامل التحويل على جميع التفريعات وعلى مجموعة توصيل الملفات ويقام باختبار عازل صبالم الشد . ويجرى ثانية ، بعد التجميع النهائى وقبل تجفيف القلب المغناطيسى تحديد معامل التحويل وفحص مجموعة توصيل الملفات وتقاس مقاومة عازلها . ولمراجعة نوعية اللحامات واماكن التلامس تفحص مقاومة الملفات للتيار المستمر . ويجرى اثناء التجفيف بطريقة فقدان التأثير الكهروطيسى فى صلب الخزان قياس مقاومة العازل ودرجة حرارة التجفيف ومدته ، واما عند التجفيف تحت جهاز التفريغ فبالاضافة لماورد تقاس قيمة التفريغ (الضغط الناقص) وكمية الرطوبة المتكثفة .

ويعرض المحول الذى تم اصلاحه للاختبارات التى يدخل فى حجمها ما يلى : قياس مقاومة عازل الملفات ؛ تحديد معامل التحويل ؛ قياس مقاومة الملفات للتيار المستمر ؛ فحص مجموعة توصيل الملفات ؛ قياس فقدان التيار وتيار التشغيل البطئ (تجربة

التشغيل البطىء) ؛ قياس فقدان الفلطية وفلطية تقصير الدائرة (تجربة تقصير الدائرة) ؛ اختبار احكام غلق الخزان والمتانة الكهربائية للعازل . وترد فلطيات الاختبار للمحولات الزيتية مع اطراف الادخال فى الجدول رقم ٣ .

وتدون نتائج جميع الاختبارات فى محاضر يشار فيها كذلك الى الأجهزة والطرق التى استخدمت اثناء الاختبارات . وهذه المعطيات ضرورية لمقارنة النتائج الحاصلة مع نتائج الاختبارات السابقة ، التى جرت فى اوقات مختلفة قبل الاصلاح الحالى للمحول .

ويجب ان تنفذ اختبارات المحولات الخارجة من حيز

الجدول ٣

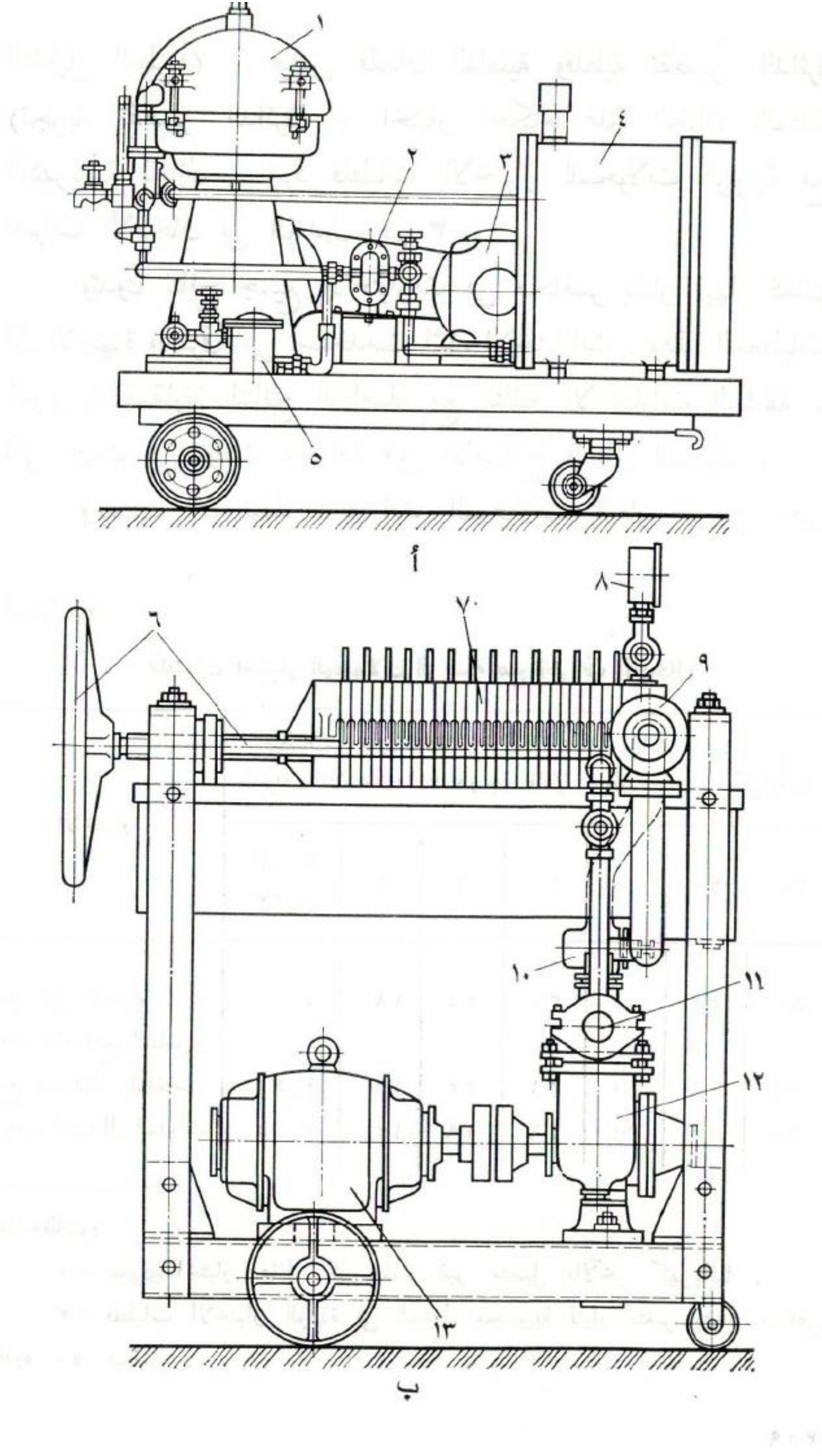
**فلطيات اختبار المحولات الزيتية مع اطراف الادخال**

| الاختبار | فلطيات العازل الرئيسى لملفات المحولات الزيتية مع اطراف الادخال عند درجة فلطية عازل الملف، كيلوفلط | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | الى حد ٠,٦٣ | ٣ | ٦ | ١٠ | ١٥ | ٢٠ | ٣٥ |
| من قبل المصنع | ٥ | ١٨ | ٢٥ | ٣٥ | ٤٥ | ٥٥ | ٨٥ |
| بعد الاصلاح الشامل: | | | | | | | |
| مع استبدال الملفات | ٤,٥ | ١٦ | ٢٢ | ٣١ | ٤٠ | ٤٩ | ٧٦ |
| بدون استبدال الملفات | ٣,٧٥ | ١٣,٥ | ١٩ | ٢٦ | ٣٤ | ٤١ | ٦٤ |

ملاحظات :

١ – يجرى اختبار عازل كل ملف غير متصل بالآخر كهربائيا .

٢ – فلطيات الاختبار الواردة فى الجدول محسوبة لتيار متغير بتردد صناعى قدره ٥٠ هيرتس .


١
٢
٣
٤
٥
أ
٦
٧
٨
٩
١٠
١١
١٢
١٣
ب

الاصلاح حسب كل البرنامج وبالحجم المرتأى طبقا للقواعد والقوانين الجارية .

## البند ٣٣ . تنظيف زيت المحولات وتجفيفه

ان زيت المحولات هو عبارة عن عازل كهربائى سائل يحصل عليه بواسطة تكرير النفط . وتتعلق خصائص عزل الكهرباء لزيت المحولات مباشرة بدرجة ترطبه واتساخه بمختلف العوالق : فكلما كثرت الرطوبة والعوالق الميكانيكية فى الزيت ، كلما قلت متانته الكهربائية .

وتدخل حيز الاصلاح محولات معطوبة عملت لمدة طويلة من الزمن ولذا يكون الزيت فيها مترطبا ومتسخا لدرجة عالية حيث ان استعماله مرة اخرى جائز فقط بعد تنظيفه وتجفيفه .

ويقام بتنظيف زيت المحولات من العوالق الميكانيكية والرطوبة والموجودة فيه بواسطة اجهزة خاصة — فرازة طرد مركزى وفلتر — مكبس ترد ادناه معلومات مختصرة عن تركيبهما ومبدأ عملهما .

وفرازة الطرد المركزى (الشكل ٩١ ، أ) هى عبارة عن جهاز نقال يقع على سطح عربته الهيكل ١ مع اسطوانة بداخله ، والمضخات الترسية ٢ والمحرك الكهربائى ٣ ، والسخان الكهربائى ٤ والفلتر ٥ .

وتتكون الاسطوانة من عدد كبير من الصحون القمعية الشكل المثقبة . وتقع الصحون على محور دوران مشترك واحدة فوق الاخرى

---

الشكل ٩١ . اجهزة تنظيف زيت المحولات من الرطوبة والعوالق الميكانيكية :
أ — فرازة طرد مركزى ، ب — فلتر — مكبس ؛ ١ — هيكل ، ٢ و ١٢ — مضخات ، ٣ و ١٣ — محركات كهربائية ، ٤ — سخان كهربائى ، ٥ — فلتر ، ٦ — عجلة قيادة ذات لولب ضاغط ، ٧ — طقم من الاطر والصفائح ومواد الترشيح ، ٨ — مانومتر ، ٩ — ماسورة متفرعة مع شفة لاخراج الزيت ، ١٠ — فلتر التنظيف الخشن ، ١١ — ماسورة متفرعة مع شفة لاخراج الزيت

بالتوازى وبخلوص صغير بين بعضها البعض ؛ وتقوم الصحون بفصل السائل الى عدة طبقات رقيقة مما يزيد من شدة تنظيف الزيت .

ويصل الزيت المترطب والمتسخ الى فرازة الطرد المركزى بالمضخة ٢ عبر فتحة الادخال المركزية . وتوجد للجهاز كذلك ثلاث فتحات اخراج مع اكمام حيث يستخدم الكم العلوى منها لاسالة الزيت عند الاتساخ الشديد للاسطوانة او عند التوقف الفجائى للفرازة ، والكم الاوسط يستخدم لاخراج الزيت المنظف واما السفلى فيستخدم لتصريف الماء المفصول عن الزيت . ولازالة الماء بشدة اكثر يسخن الزيت حتى ٥٠ ــ ٦٠°م بالسخان الكهربائى .

ويتم الامساك بالعوالق الميكانيكية كبيرة الحجم بالفلتر ٥ ، المركب على ماسورة الادخال المتفرعة عن ماسورة نقل الزيت . والفلتر هو عبارة عن شبكة معدنية رقيقة بثقوب صغيرة . وبامكان الفرازة ان تعمل فى احد النظامين المحددين بدرجة ترطب الزيت .

وعند تنظيف الزيت المترطب قليلا تعمل الفرازة فى النظام الطبيعى اى فى نظام ازالة الرطوبة والعوالق الميكانيكية واما عند ضرورة تنظيف الزيت المترطب بشدة يعاد تنظيم الفرازة (باعادة تركيب الصحون) للعمل فى نظام آخر ــ ازالة الماء من الزيت .

وتشكل انتاجية الفرازة العاملة فى النظام الطبيعى ١٦٠٠ لتر/ساعة تقريبا .

ويقوم الفلتر ــ المكبس (الشكل ٩١ ، ب) كذلك بتنظيف الزيت غير انه يختلف حسب مبدأ العمل عن الفرازة بانه ينظف الزيت لا بطريقة الفصل بل بواسطة ضغطه خلال منظومة من مواد ترشيح . ويستعمل ورق ذو مسامات دقيقة وكرتون واقمشة خاصة (بيلتنج ، بيلتنج مرشح وغيرها) كمواد ترشيح . والطقم ٧ هو الجزء

الاساسى للجهاز ، ويتكون من اطر متعاقبة من الحديد الزهر ومن صفائح ومن مواد ترشيح مدخلة بينها . وهذا الطقم مضغوط باكمله بلوحين ثقيلين بواسطة عجلة القيادة ٦ ذات اللولب الضاغط .

ويوجد لكل من الاطر والصفائح وورق الترشيح ثقبان فى الزوايا السفلية حيث يقوم احدهما بإدخال الزيت الوسخ (الجارى ترشيحه) واما الآخر فلاخراج الزيت المنظف (الذى تم ترشيحه) .

ويجرى تنظيف الزيت عند ضغط الزيت الوسخ القادم بواسطة المضخة ١٢ خلال مواد الترشيح ونتيجة لهذا يتبقى على سطوحها الماء ومختلف العوالق الميكانيكية الموجودة فى الزيت . وقبل دخول الزيت فى الفلتر - المكبس يتعرض لتنظيف مسبق يتم بالفلتر الشبكى المعدنى ١٠ للتنظيف الخشن والمركب على ماسورة الادخال المتفرعة ١١ للمضخة ١٢ .

ويضخ الزيت الى الفلتر - المكبس تحت ضغط ٥٠٠ كيلوباسكال يجرى التحكم فيه بالمانومتر ٨ : ويكون ارتفاع الضغط عند تنظيف الزيت بالفلتر - المكبس شاهدا على الاتساخ الشديد وعلى ضرورة استبدال مادة الترشيح. وتفحص درجة تنظيف الزيت دوريا باخذ عينات منه بواسطة الصنبور الواقع على ماسورة الاخراج المتفرعة .

ولرفع النوعية والمتانة الكهربائية يقام بتجفيف الزيت فى وحدة سيوليت مكونة من عدة مختزلات (ماصات) تعمل على التوازى ومملوءة بحبيبات السيوليت . ويتم التجفيف فى وحدة السيوليت بترشيح الزيت خلال طبقة من الشبكات الجزيئية (الدقيقة) تقع فى المختزلات . والمختزل هو عبارة عن اسطوانة معدنية مجوفة يوجد فى جزئها السفلى قاع من شبك معدنى يعمل كمرتكز للشبكات الجزيئية . ويكون العنق العلوى للمختزل مغطى بشبكة معدنية قابلة

للنزع . ويسخن الزيت الجارى ترشيحه بسخان كهربائى مكون من خزان معدنى ذى مواسير وصلات وذلك لتوصيل ناقل الزيت بها ، ومن عناصر التسخين الكهربائى ، وجهاز انذار حرارى ومانومتر للتحكم فى الضغط .

وتكون الوحدة مزودة بفلترين ، يقع احدهما على مدخل المختزل لتنظيف الزيت من العوالق الميكانيكية والثانى على مخرج الزيت المجفف من المختزل ويعمل على الامساك بدقائق السيوليت اذا ما ظهرت فى الزيت فى حالة تضرر الشبكة الواقعة فى العنق العلوى للمختزل .

ان التجفيف فى وحدة السيوليت ناجع جدا ، لانه يسمح خلال دورة واحدة فقط من الترشيح برفع فلطية الخرق للزيت المتسخ والمترطب بشدة من ٨ — ١٠ الى ٥٠ كيلوفلط واكثر .

وتستخدم وحدة السيوليت لتجفيف زيت المحولات فى مؤسسات الاصلاح الكبرى عند ضرورة تكرير كمية كبيرة من الزيت فى اليوم الواحد .

ان استخدام هذه الوحدات فى مؤسسات الاصلاح الصغرى والمتوسطة غير مجدى من الناحية الاقتصادية .

### اسئلة للمراجعة

١ — ما الغرض من استخدام المحول وما هى تركيبته ؟

٢ — عدد اكثر الاعطال المميزة للمحولات وعلل اسباب حدوثها .

٣ — ما هو تعاقب العمليات عند فك المحول ؟

٤ — ما الغرض من استخدام الموصل المغناطيسى ومم يتكون وفيم يتلخص اصلاحه ؟

٥ — كيف يجرى فك وتجميع الموصل المغناطيسى الذى تم حشوه ؟

٦ — صف طرق انجاز عمليات اصلاح اطراف الادخال ومبدلات المحول .

٧ — اذكر العمليات الاساسية لتجميع المحول وطرق انجازها .

٨ — كيف ولماذا يجرى تجفيف الجزء الفعال للمحول ؟

٩ — على اى نحو يتم تنظيف زيت المحولات ؟

الباب الخامس

# تركيبة المكنات الكهربائية

## البند ٣٤ . معلومات عامة

تستخدم المكنات الكهربائية لتحويل الطاقة الميكانيكية الى طاقة كهربائية (مولدات) او الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية (محركات) وكذلك لتحويل ترددات التيار المتغير من نوع تيار ما الى نوع آخر ، مثلا التيار المستمر الى متغير ، والتيار المستمر لنوع فلطية ما الى تيار مستمر لفلطية اخرى (محولات) .

وتتميز المكنات الكهربائية بمختلف المؤشرات التى تدخل ضمنها القدرة (الاستطاعة) والفلطية المقدرتان ونظام العمل والتيار وشروط الاستعمال وسرعة الدوران وكذلك معامل الفعل النافع وغيرها من المعطيات الخاصة بالمكنات الكهربائية والتى تحدد الانظمة المسموحة بها لعملها .

والقدرة المقدرة (الاسمية) للمكنات الكهربائية (التى يعبر عنها بالواط والكيلوواط والميغاواط) الخاصة بمولدات التيار المستمر هى الاستطاعة النافعة على مآخذ المكنة ؛ والخاصة بمولدات التيار المتغير هى القدرة الكهربائية الكاملة عند المعامل المقدر للقدرة ؛ والخاصة بالمحركات الكهربائية هى القدرة الميكانيكية على عمود الدوران .

والفلطية المقدرة هى تلك الفلطية المناسبة لنظام عمل المكنة الكهربائية . والفلطية المقدرة للمكنة الكهربائية ثلاثية الاطوار هى الفلطية الكائنة بين الاطوار (الخطية) .

ويدعى بالنظام المقدر للعمل ذلك النظام الذى تكون المكنة الكهربائية محسوبة للعمل عليه ومخصصة له من قبل المؤسسة المنتجة . ويشار الى النظام المقدر على اللوحة المصنعية للمكنة .

والتيار المقدر هو التيار المناسب للنظام المقدر لعمل المكنة الكهربائية .

وتكون الشروط المقدرة لاستعمال المكنة الكهربائية مشترطة عليها عادة فى الشروط الفنية للمكنة هذه .

وتدعى بسرعة الدوران المقدرة تلك السرعة المناسبة لعمل المكنة الكهربائية عند الفلطية والاستطاعة وتردد التيار المقدرة وعند الشروط المقدرة للاستعمال .

ومعامل الفعل النافع هو نسبة الاستطاعة الفعالة النافعة للمكنة الكهربائية الى الاستطاعة الفعالة المبذولة (المقدمة) .

وتدعى بحمل المكنة الكهربائية الاستطاعة التى تكتسبها المكنة فى هذه اللحظة الزمنية . ويدعى بفرط الحمل تجاوز الحمل الفعلى للمكنة على حملها المقدر . ويعبر عن فرط الحمل بالنسبة المئوية او باجزاء من الحمل المقدر .

ودرجة الحرارة التشغيلية للجزء الفعال للمكنة الكهربائية هى درجة الحرارة المستقرة لهذا الجزء ، المناسبة للنظام المقدر للعمل عند ثبات درجة حرارة الوسط المبرد .

ويدعى بتجاوز درجة الحرارة لجزء مستقل للمكنة الكهربائية الفرق بين درجة حرارة هذا الجزء والوسط المبرد .

وتوجد مكنات كهربائية احادية وثنائية اتجاه الدوران . ويمكن ان يكون للمكنات الكهربائية احادية اتجاه الدوران ، اتجاه دوران يميني او يساري. ويعتبر الدوران حسب اتجاه حركة عقارب الساعة اذا ما نظر الى المكنة من جانب توصيلها بالمحرك الاولي او بآلية التشغيل اتجاها يمينيا لدوران المكنة ذات آلية الادارة احادية الاتجاه . وسيكون يساريا بالمطابقة اتجاه دوران المكنة الكهربائية بعكس اتجاه حركة عقارب الساعة .

وتتمتع المكنة الكهربائية بخاصية العكوس ، اى بالقدرة على العمل فى نظام مولد التيار الكهربائى اذا ما جرى تدويرها باى محرك اولى كان ، وبالعكس فى نظام المحرك الكهربائى اذا ما جرى توصيل فلطية كهربائية اليها . وتقوم المكنة الكهربائية العاملة كمحرك كهربائى بتحويل الطاقة الكهربائية الموصلة اليها الى طاقة ميكانيكية ، تستخدم لتشغيل مختلف الآليات والمكنات .

وهذه المكنة نفسها تستطيع انتاج الطاقة الكهربائية اذا ما جرى تدويرها بمحرك ذى احتراق داخلى او بتوربينة بخارية او اذا ما اثيرت بمصدر خارجى للطاقة الكهربائية ، اى ستقوم بالعمل فى نظام المولد . غير ان كل مكنة كهربائية ينتجها مصنع بناء المكنات تكون عادة مخصصة لنظام عمل واحد محدد ـ اما كمولد او كمحرك كهربائى .

وتقسم المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المتردد الى تزامنية ولاتزامنية حسب مبدأ عملها .

وتدعى بالتزامنية تلك المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المتغير والتى تكون سرعة دورانها فى علاقة ثابتة للغاية بسرعة دوران المجال المغناطيسى او بتردد الشبكة . والاجزاء الاساسية للمكنة التزامنية هى

العضو الساكن الحامل لملف التيار المتغير ، والعضو الدوار ، المركب عليه ملف الاثارة الذى يغذى خلال حلقات التلامس بتيار مستمر من مثير او بواسطة مقومات التيار .

وتنتج المكنات التزامنية بعضو دوار ذى قطب مكشوف او مخفى (مستتر) . وتستخدم هذه المكنات فى الانتاج الحديث كمحركات عند ضرورة الحصول على سرعة دوران ثابتة واما فى المحطات الكهربائية وفى الوحدات الكهربائية فتستخدم كمولدات ومعوضات تزامنية .

وتدعى باللاتزامنية تلك المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المتغير التى تكون فيها سرعة دوران العضو الدوار اقل من سرعة دوران المجال المغناطيسى للعضو الساكن وكذلك تابعة للحمل . وتقسم المحركات اللاتزامنية الى مجموعتين : باعضاء توحيد وبدون اعضاء توحيد . وقد اكتسبت المكنات الكهربائية اللاتزامنية الخالية من اعضاء التوحيد المستخدمة هناك حيث لا يحتاج الى سرعة دوران ثابتة ، انتشارا افضل .

وتنفذ المحركات الكهربائية اللاتزامنية الخالية من اعضاء التوحيد بعضو دوار مقصر او طورى .

وتكون المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى مزودة بحلقات تلامس مركبة على عمود واحد مع العضو الدوار . وتنحصر افضليات المحركات الكهربائية ذات العضو الطورى امام المحركات ذات العضو المقصر بشكل رئيسى فى انها تسمح بضبط عزم بدء التشغيل وقوة تيار بدء التشغيل وسرعة الدوران فى حدود واسعة . وتستخدم المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى لادارة الآليات التى تتطلب ضبط سرعة الدوران وكذلك فى آلية الحركة

التى لا تضبط وذات الشروط الصعبة لبدء التشغيل ، مثلا آليات الرفع والنقل .

وتستخدم المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر كمحركات اولية ومولدات للتيار المستمر .

وتتكون المكنة العاملة بالتيار المستمر من قاعدة ثابتة مع اقطاب رئيسية واضافية ، وعضو انتاج دوار مع ملف وعضو توحيد ولوحات كراسى التحميل وموزعات الحمل مع مواسك الفراشى . وهذه المكنة قابلة للعكوس ، اى باستطاعتها ان تعمل فى نظام المحرك او المولد (مثلا محركات وسائل النقل العاملة بالكهرباء) .

وحسب طريقة تغذية ملف الاثارة تكون مولدات التيار المستمر باثارة مستقلة حيث توصل التغذية فيها الى هذا الملف من مصدر خارجى للتيار (مقوم ، مركم ، شبكة التيار المستمر) وباثارة ذاتية حيث توصل التغذية فيها من المولد نفسه . وتبعا لطريقة توصيل ملفات الاثارة بملف عضو الانتاج تقسم المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر الى ذات : الاثارة على التوازى او باعتراض ؛ الاثارة على التوالى ؛ الاثارة المختلطة التى يوجد لها على الاقطاب الرئيسية المشتركة ملفان (على التوازى وعلى التوالى) .

## البند ٣٥ . تركيبة المكنة التزامنية والتصميم البنيوى لقطعها ووحداتها التجميعية الاساسية

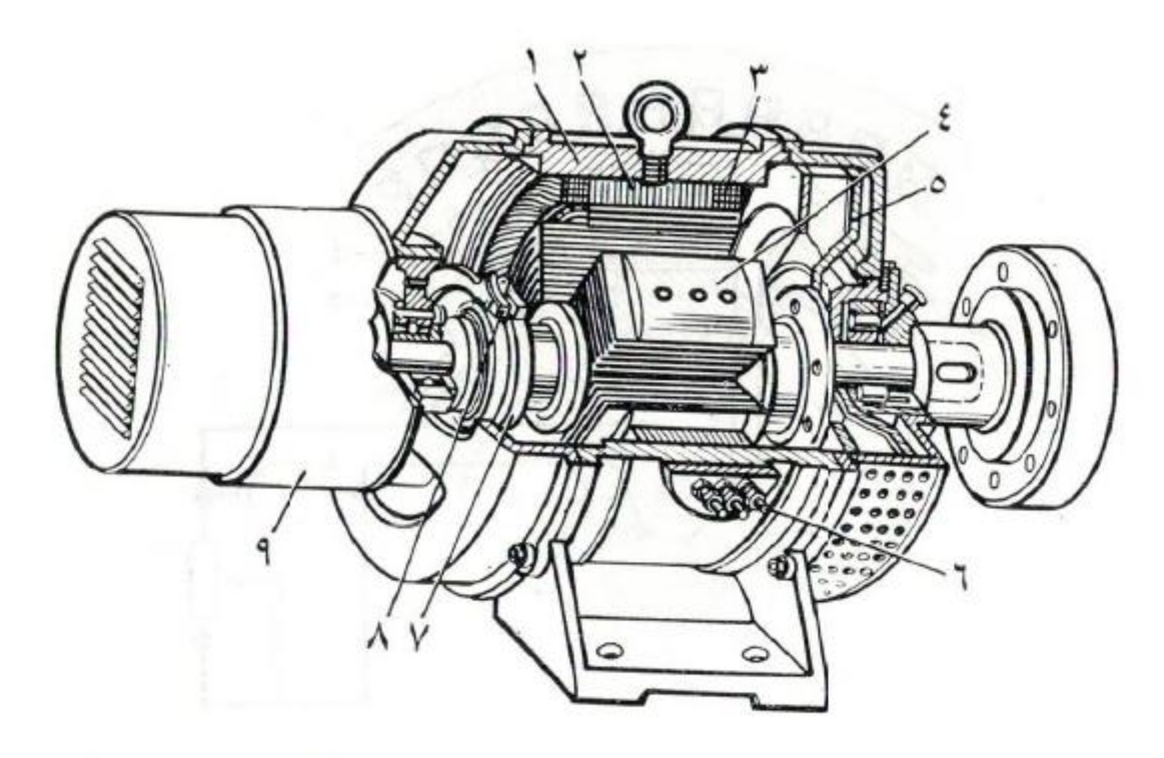
تنجز المكنات التزامنية باعضاء دوارة ذات تصميمين : باقطاب معبر عنها بوضوح (ظاهرة الاقطاب) وباقطاب غير معبر عنها بوضوح (مستترة الاقطاب) .

وتشاهد تركيبة المكنة التزامنية ذات العضو الدوار ظاهرة القطب فى الشكل ٩٢ ، واما التركيب البنيوى لهذا العضو الدوار ولقطعه فيشاهد فى الشكل ٩٣ . وتسكب القاعدة ١ (الهيكل) للمكنة التزامنية من الحديد الزهر عادة ، وتستخدم لتركيب القلب ٢ الذى توضع فى شقوقه وشائع ملف العضو الساكن ٣ .

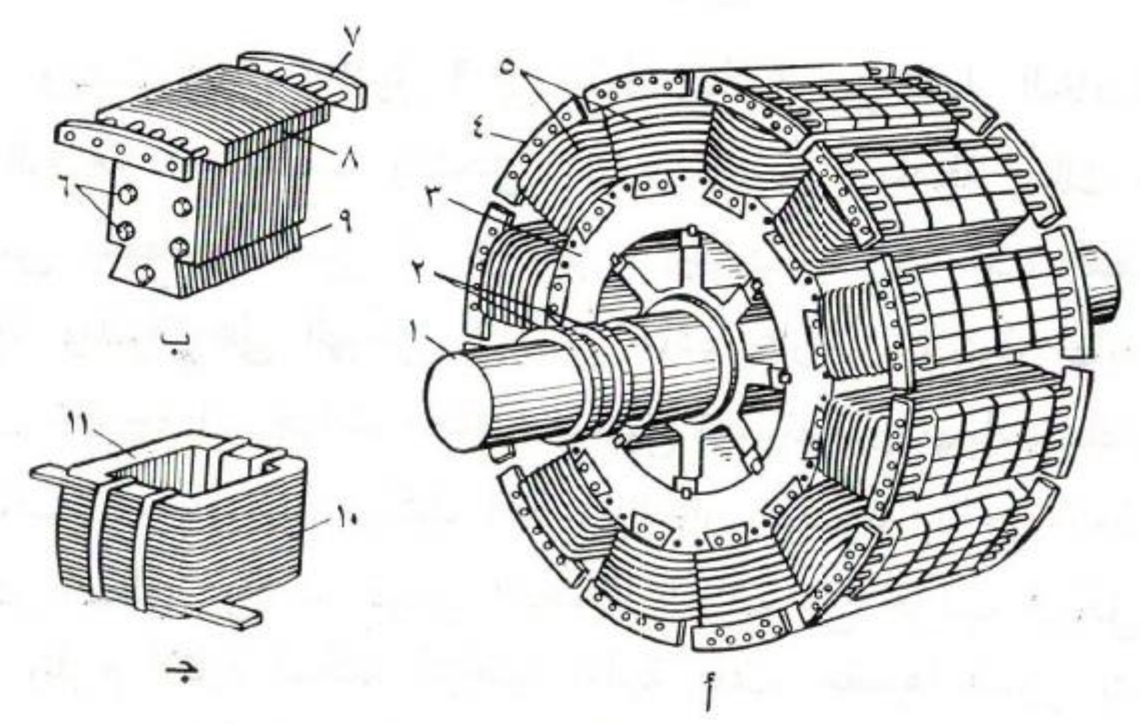
والقلب هو عبارة عن رزمة مكبوسة باحكام من صفائح معزولة مشكلة بالختم من الصلب الكهربائى الصناعى بسمك ٠,٣٥ — ٠,٥ مم، ذات تقاوير قطعت بالختم تشكل فى رزمة القلب المجمعة شقوقا يكون موضوعا فيها الملف ثلاثى الاطوار للعضو الدوار .

ويتكون العضو الدوار ظاهر القطب (الشكل ٩٣ ،أ) من عمود الدوران ١ مركب عليه طوق من الصلب ٣ مع الاقطاب ٤ المثبتة عليه مع الملف . وتكون ملفات الاقطاب (وشائع الاثارة) موصولة على التوالى حيث تشكل ملف الاثارة للعضو الدوار للمكنة التزامنية . وتوصل نهايات ملف الاثارة بحلقات التلامس ٢ المعزولة عن عمود الدوران بجلبات من القماش الزجاجى او الميكانيت . ويتكون كل قطب للعضو الدوار ظاهر القطب من قلب وملف . ويتم تجميع قلب القطب (الشكل ٩٣ ، ب) عادة من صفائح الصلب الانشائى بسمك ١ — ٢ مم المثبتة ببعضها البعض بواسطة تباشيم شد ٦ من الصلب تضمها فى رزمة بمتانة .

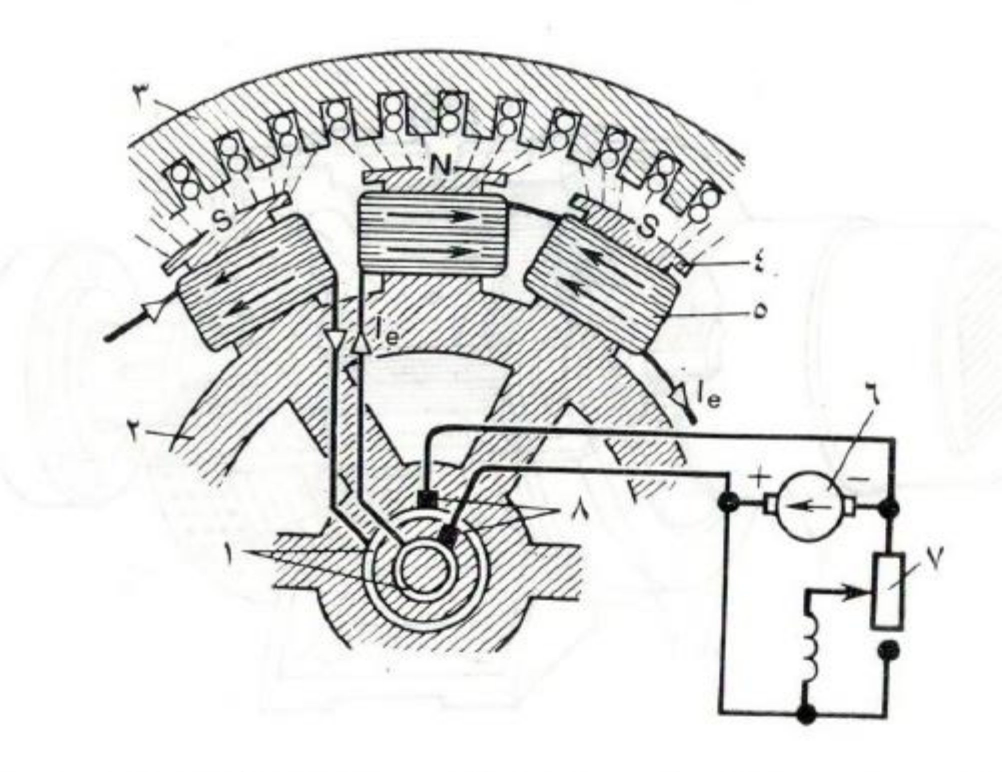
ويقام فى الكعوب القطبية ٨ للمكنات التزامنية ذات العضو الدوار ظاهر القطب بتركيب قضبان ملف بدء التشغيل المنجزة باسياخ مستديرة المقطع من النحاس الاصفر . ويدعى ملف بدء التشغيل ايضا بالملف المهدئ او مخفف الصدمات لكونه يضمن الخمود السريع لاهتزازات العضو الدوار الناشئة عند انظمة العمل الانتقالية للمكنة التزامنية .




الشكل ٩٢ . تركيبة المكنة الكهربائية ذات العضو الدوار ظاهر القطب :
١ – هيكل ، ٢ و ٣ – قلب وملف العضو الساكن ، ٤ – العضو الدوار ،
٥ – مروحة تهوية ، ٦ – الاطراف الخارجة لملف العضو الساكن ، ٧ – حلقات التلامس ، ٨ – فراشي ، ٩ – مثير



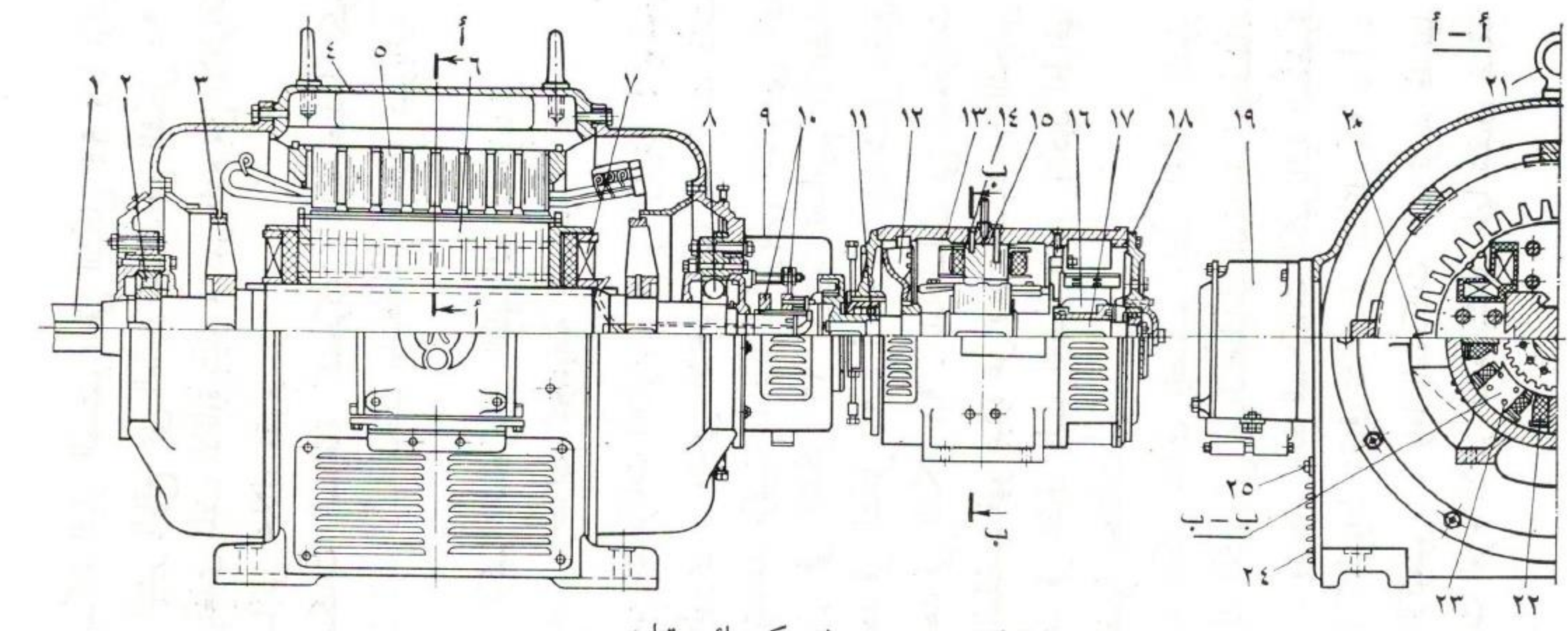

الشكل ٩٣ . التركيب البنيوى للعضو الدوار ظاهر القطب ولقطعه :
أ – منظر عام للعضو الدوار ، ب – قلب العضو الدوار مع الملف المهدئ ،
جـ – ملف القطب ؛ ١ – عمود دوران ، ٢ – حلقات التلامس ، ٣ – طوق ،
٤ – قطب ، ٥ – ملف الاثارة ، ٦ – تباشيم ، ٧ – شدفة توصيل قضبان الملف
المهدئ ، ٨ و ٩ – كعب وذيل القطب ، ١٠ – وشيعة القطب ، ١١ – هيكل ملف القطب




الشكل ٩٤ . مخطط اثارة ملف العضو الدوار للمكنة التزامنية :
١ – حلقات التلامس ، ٢ – العضو الدوار ، ٣ – العضو الساكن ، ٤ – قطب ،
٥ – وشيعة القطب ، ٦ – مثير (مكنة عاملة على التيار المستمر)، ٧ – جهاز ضبط معترض ، ٨ – فراشي

ويثبت القطب بالذيل ٩ فى شقوق طوق العضو الدوار الخاصة . واما الوشيعة ١٠ للقطب (الشكل ٩٣ ، ج) فهى ملفوفة بسلك من النحاس بمقطع مستطيل او مستدير . وتكون اسلاك ملف القطب معزولة وملفوفة على الهيكل ١١ من مادة عازلة . وتكون نهايات الملف خارجة الى جهات مختلفة لتسهيل توصيلها الى نهايات ملفات الاقطاب المجاورة . ويكون العضو الدوار موضوعا بداخل العضو الساكن المغلق بلوحات كراسى التحميل المركبة على جوانب الهيكل .

وتلزم لاثارة المكنة التزامنية تغذية ملف عضوها الدوار بتيار مستمر . وتبعا لطريقة تغذية هذا الملف يجرى التمييز بين نظامى الاثارة المستقلة والاثارة الذاتية . وعند الاثارة المستقلة يستخدم كمصدر تغذية للملف ، مولد التيار المستمر (المثير) ، المركب على عمود العضو الدوار للمكنة المتزامنة . ويشاهد مخطط اثارة المكنة




الشكل ٩٥ . مولد كهربائى تزامنى :
١ ، ٣ ، ٤ ، ١٨ ، ١٩ ، ٢١ – عمود دوران، مروحة تهوية، هيكل ، لوحة كراسى التحميل ، صندوق اطراف الاخراج واخيرا حلقة (عروة) تعليق ، ٢ و ٨ – كراسى تحميل ، ٥ – قلب العضو الساكن ، ٦ و ٧ – قلب ووشيعة القطب ، ٩ – غلاف ، ١٠ – حلقات التلامس ، ١١ ، ١٢ ، ١٣ ، ١٥ ، ٢٠ – كرسى تحميل، مروحة تهوية ، هيكل ، حلقة رفع واخيرا صندوق مآخذ للمثير ، ١٤ – قلب عضو الانتاج للمثير ، ١٦ – عضو توحيد، ١٧ – عمود دوران عضو الانتاج، ٢٢ و ٢٣ – قطب اضافى وآخر رئيسى للمثير، ٢٤ – شيش نافذة التهوية ، ٢٥ – برغى تأريض

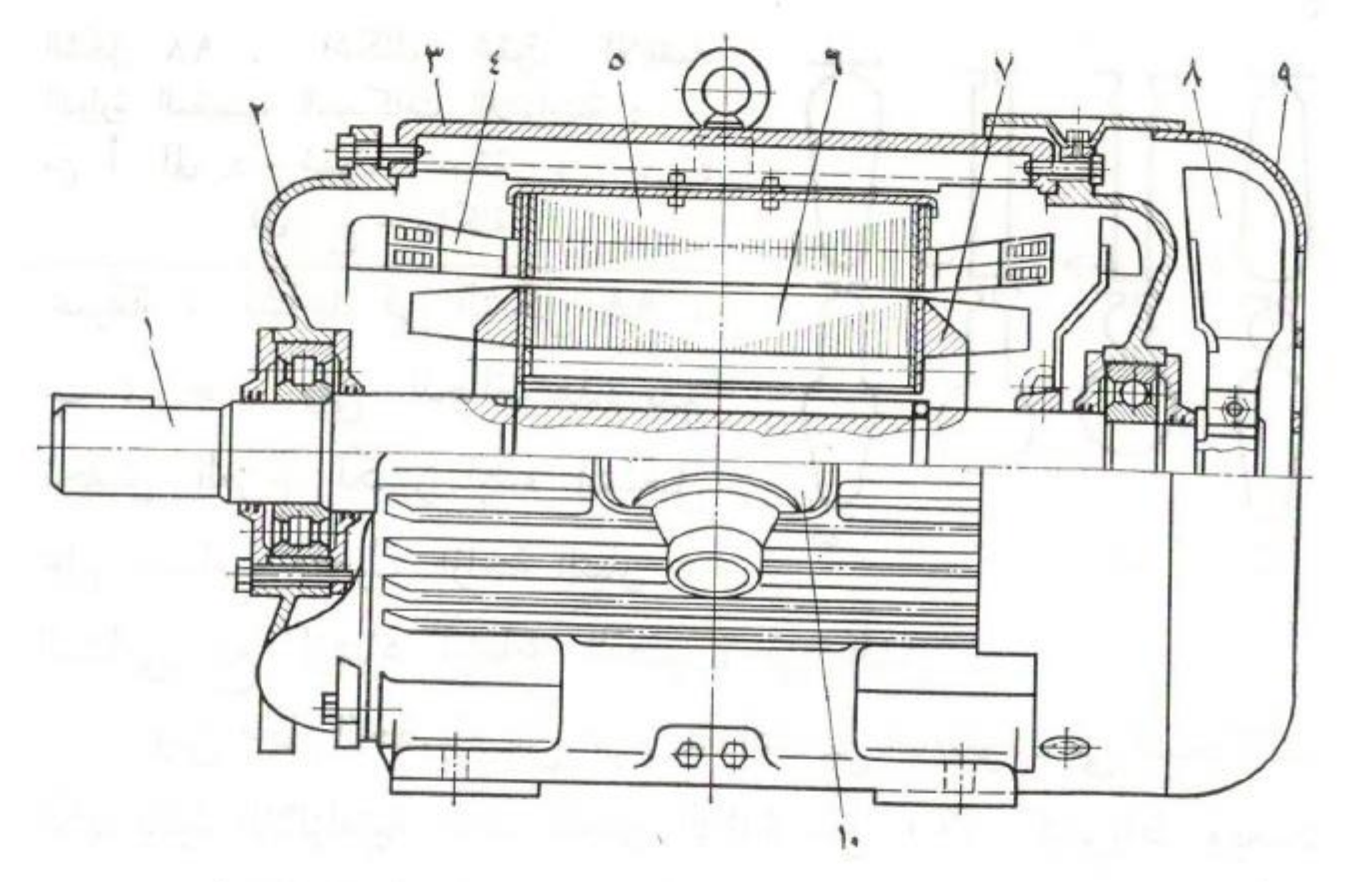
المتزامنة بالمولد (بمكنة التيار المستمر) فى الشكل ٩٤ واما تركيبة المولد المتزامن مع المثير الواقع على العمود فيشاهد فى الشكل ٩٥ . وعند الاثارة الذاتية يتغذى ملف الاثارة بتيار مستمر قادم من الاطراف الخارجة للعضو الساكن خلال مقوم .

وتستخدم المكنات المتزامنة كمحركات اولية عندما تكون مطلوبة سرعة دوران ثابتة لآلية تحرك بواسطة آلية ادارة كهربائية .

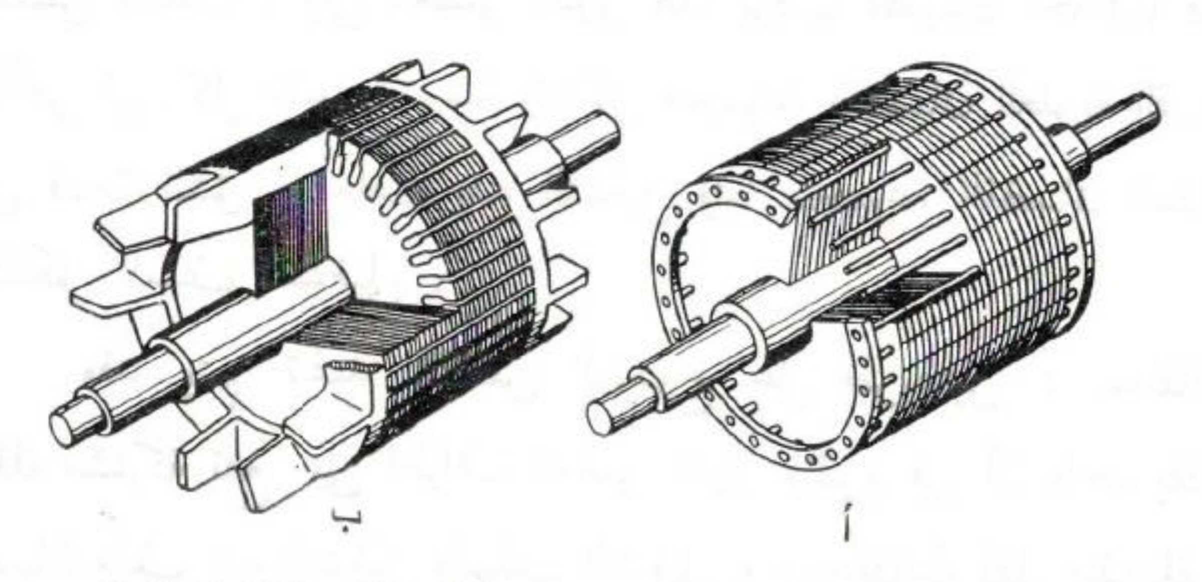
## البند ٣٦ . تركيبة المحركات الكهربائية اللاتزامنية وتصاميم وحداتها التجميعية الأساسية

يوجد نوعان من المحركات اللاتزامنية حسب تركيبتها : بعضو دوار مقصر وآخر طورى ، وتدعى الاخيرة ايضا بمحركات ذات حلقات تلامس . وتشاهد تركيبة المحرك الكهربائى اللاتزامنى ذى العضو الدوار المقصر فى الشكل ٩٦ ، واما تصاميم الاعضاء الدوارة المقصرة فتشاهد فى الشكل ٩٧ ، أ ، ب ، واما شكل شقوق الاعضاء الدوارة فيشاهد فى الشكل ٩٨ . واما الملف فى المحركات ذات الاعضاء الدوارة المقصرة فهو عبارة عن صف قضبان من النحاس او الالومنيوم موضوعة فى شقوق قلب العضو الدوار وتكون اطرافها موصولة (مقفولة) ببعضها بحلقات .

ويجرى تحديد شكل شقوق وتصميم ملف العضو الدوار المقصر بقدرة المحرك الكهربائى وبالمتطلبات المقدمة لمواصفاته المتعلقة ببدء التشغيل . وتوجد عادة للمحركات الكهربائية المقصرة ذات القدرة البالغة ٧٥ كيلوواط شقوق تشاهد فى الشكل ٩٨ ، أ ، وملف مصبوب من الالومنيوم ، واما المحركات التى تزيد قدرتها عن ٧٥ كيلوواط وذات العزم الاكبر لبدء التشغيل فلها شقوق ضيقة




الشكل ٩٦ . محرك لاتزامنى بعضو داور مقصر ذو تصميم مغلق مهوى :
١ – عمود العضو الدوار ، ٢ – لوحة كراسى التحميل ، ٣ ، ٤ ، ٥ – هيكل وملف وقلب العضو الساكن ، ٦ – قلب العضو الدوار ، ٧ – ملف (مقصر) للعضو الدوار ، ٨ – مروحة تهوية ، ٩ – غلاف (غطاء) المروحة ، ١٠ – صندوق الاطراف الخارجة




الشكل ٩٧ . اعضاء دوارة مقصرة لمحركات كهربائية لاتزامنية :
أ – بملف ملحوم «قفص السنجاب» ، ب – بملف مصبوب

الشكل ٩٨ . اشكال شقوق الاعضاء الدوارة المقصرة للمحركات اللاتزامنية : من أ الى د – شقوق عميقة ، من هـ الى ح – مشكلة

عميقة ، تشاهد فى الشكل ٩٨ ، ب ، جـ . وفى الحالة هذه يتم تحقيق العزم الكبير لبدء التشغيل على حساب مفعول ازاحة التيار ، المتنامى مع ازدياد ارتفاع القضيب فى الشق .

ومن اجل الحصول على عزم بدء التشغيل المطلوب فى المحركات الكهربائية اللاتزامنية ذات القدرة الزائدة عن ١٠٠ كيلوواط وبعدد صغير من الاقطاب ، يقام باستخدام اعضاء دوارة بشقوق مشكلة (الشكل ٩٨ ، هـ ، و) .

وتوجد للاعضاء الدوارة للمحركات الكهربائية اللاتزامنية المخصصة للعمل كوسائل ادارة الآليات ذات الظروف الصعبة لبدء التشغيل شقوق تشاهد فى الشكل ٩٨ ، ز ،ح وكذلك تصميم ثنائى القفص للملف . وفى العضو الدوار هذا يركب قضيبان احدهما فوق الآخر فى كل تقسيمة سنية وتشكل مجموعة القضبان العلوية القريبة من فتحة الشق ، ملف بدء التشغيل واما مجموعة القضبان السفلية فتشكل الملف التشغيلى .

وقد يتم تنفيذ القفص المزدوج على طريقتين : بحلقات قافلة مشتركة تقع على اطراف العضو الدوار وتقوم فى آن واحد بقفل قضبان ملف بدء التشغيل والملف التشغيلى ؛ وبحلقات قفل منفصلة ، عندما تركب حلقتان على كل طرف للعضو الدوار تقوم احداهما

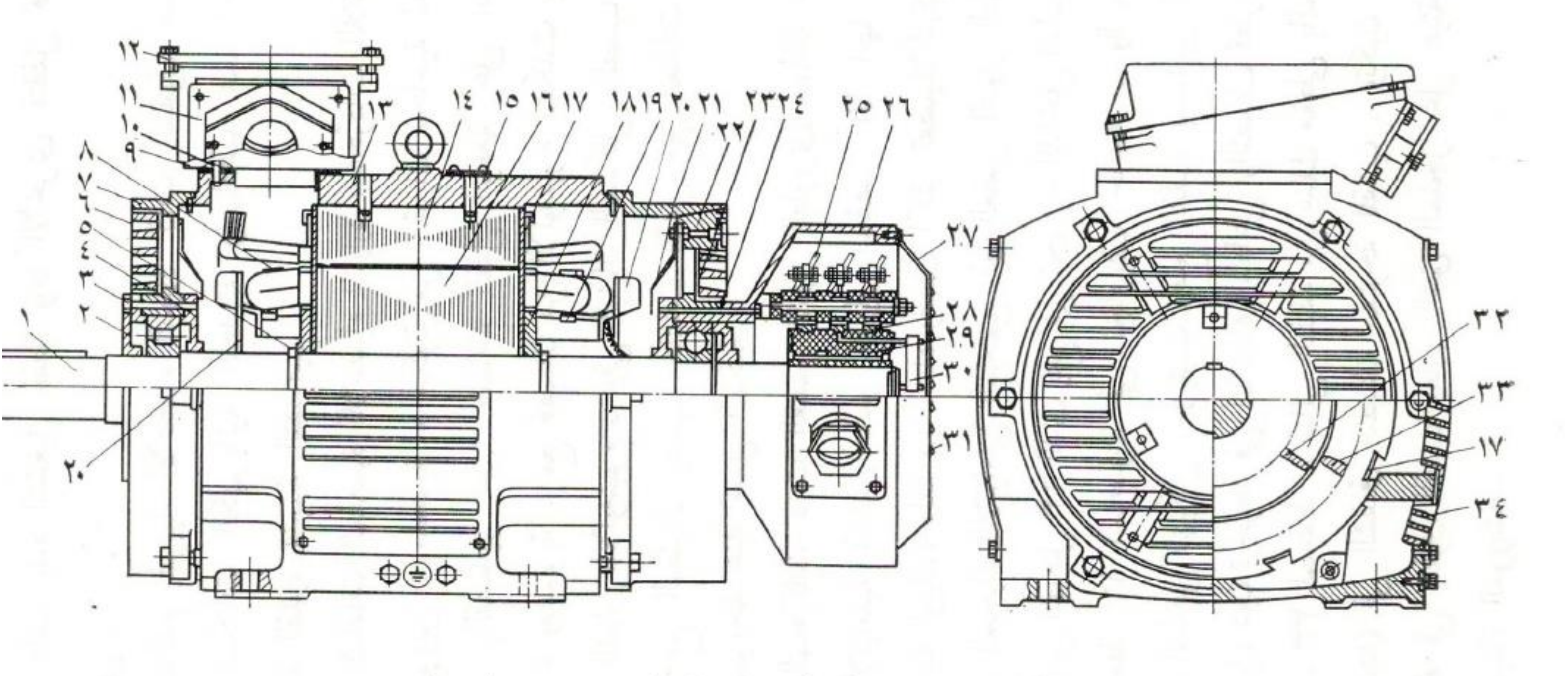
بقفل قضبان ملف بدء التشغيل فقط واما الاخرى فتقفل قضبان الملف التشغيلى .

ولا تستخدم تقريبا الاعضاء الدوارة ذات الشقوق مستديرة الشكل فى المكنات الكهربائية الحديثة وتصادف عند اصلاح المكنات قليلة القدرة قديمة التصاميم .

وتوجد الملفات المقصرة للاعضاء الدوارة للمحركات اللاتزامنية بتصميمين بنيويين : ملحومة ، مكونة من قضبان نحاسية لحمت بالكهرباء او بالقصدير على حلقات القفل الواقعة على اطراف العضو الدوار ؛ ومصبوبة ، مع قضبان من الالومنيوم تشكلت بصب شقوق العضو الدوار بالالومنيوم . وفى البنيان المشكل بالصب يقام فى آن واحد مع القضبان بصب حلقات القفل مع العنفات التى تؤدى دور المروحة عند عمل المكنة .

وتعتبر المحركات ذات العضو الدوار الطورى مماثلة مبدئيا للمحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار المقصر الا انها اكثر تعقيدا من ناحية البنيان، ولذا يرد ادناه وصف اكثر تفصيلا لتركيبتها.

ويتكون المحرك اللاتزامنى المحمى ذو العضو الدوار الطورى (الشكل ٩٩) من الهيكل ١٣ الذى يقع فى تجويفه الداخلى القلب ١٤ المثبت بالقوامط ١٧ الموضوعة فى تجاويف خاصة ، والمكبوس فى التجويف الداخلى للهيكل . ويثبت وضع القلب بمسامير الوصلة ١٥ ، التى تحول دون تزحزحه فى الاتجاه الشعاعى (النصف قطرى) . ويكون الملف ٣٣ المسقط ، ثنائى الطبقة من سلك مغطى بالميناء، موضوعا (ممددا) فى الشقوق النصف مفتوحة للقلب . وتكون لفات الملف معزولة فى شقوق القلب بعازل الشق المنجز على هيئة علبة من رقائق الميناء المورنشة .




الشكل ٩٩ . محرك كهربائي لاتزامني بعضو دوار طوري

ولتوصيل نهايات الملف بالشبكة الكهربائية بصورة مريحة يقع صندوق الاطراف الداخلة ١١ ، ذات البنيان القابل للدوران ، فى اعلى الهيكل ويثبت عليه بالبراغى ١٠ . ويكون هذا الصندوق مغلقا باحكام بالحشوات ٩ و ١٢ .

ويكون القلب ١٦ للعضو الدوار مجمعا على العمود ١ من صفائح معزولة من الصلب الكهربائى الصناعى ومشدودا بمتانة بوردات كابسة ١٨ من الحديد الزهر ، محصورة بحلقات الايقاف ٥ . ويكون الملف ٣٢ الممدد فى الشقوق النصف مغلقة للعضو الدوار مثبتا باسافين فى الجزء الشقى . وترتكز الاجزاء الجبهية لملف العضو الدوار على الحلقات المعدنية المعزولة ١٩ المثبتة على الوردات الكابسة ، وبواسطة الضمادات ٨ من الشريط الزجاجى تتم المحافظة عليها من التأثيرات المشوهة التى تثيرها القوى الطاردة للمركز .

ويكون الملف ثلاثى الاطوار للعضو الدوار موصولا بمخطط نجمة واما النهايات الثلاث الحرة للملف فتكون مسحوبة خلال فتحات فى الجزء المركزى للعمود نحو حلقات التلامس . ويجرى توصيل الاطراف الخارجة لملف العضو الدوار مع حلقات التلامس بواسطة المساكات الحلقية ٣٠ .

وتكون حلقات التلامس ٢٨ مجلسة على نهاية العمود ١ خلف لوحة كراسى التحميل ٢٢ وفوق الجلبات العازلة ٢٩ ، مما يضمن الوصول السهل والمريح الى حلقات التلامس ومواسك الفراشى. ويتم بهذا الترتيب تحقيق التوحيد الاقصى للمحركات بحيث يسمح للمحركات ذات الاعضاء الدوارة المقصرة والطورية بان يكون لها اعضاء ساكنة ولوحات كراسى التحميل وقطع اخرى ووحدات تجميعية متشابهة. ان بنيان المحرك يضمن امكانية فكه بدون نزع حلقات التلامس

حيث يقام لهذا الغرض بانجاز قطرها الخارجى اصغر من قطر الفتحة المخصصة لكرسى التحميل فى اللوحة ٢٢ . وينضغط الغطاء الخارجى لكرسى التحميل ٢٣ على الاخير بالهيكل ٢٦ لحلقات التلامس الذى تثبت عليه مواسك الفراشى ٢٥ خلال جلبان عازلة . واما اسلاك التوصيل فتكون مسحوبة من الفراشى الى صندوق الاطراف الخارجة لحلقات التلامس .

ويدور العمود ١ للمحرك فى كراسى تحميل ارجوحية . ويقع من جانب آلية التدوير كرسى تحميل ٣ ذو أسطوانات ، قادر على تحمل احمال كبيرة . ويكون كرسى التحميل ٢٣ ذو الكريات مضغوطا فى الاتجاه المحورى بزنبرك حلقى متموج ٢٤ حيث يضمن هذا تعويض التمدد الطولى الحرارى للعمود . وتكون كراسى التحميل مغلقة من الجوانب الخارجية والداخلية بالاغطية ٢ و ٤ من الحديد الزهر . واما تهوية المحرك فهى محورية . ويتم توزيع الهواء بالمراوح ٢٠ المثبتة على الوردات الكابسة . ويجرى سحب الهواء خلال فتحات فى لوحات كراسى التحميل ٧ و ٢٢ مغلقة بشيش ٦ . ويلقى بالهواء الساخن خارجا من خلال فتحة فى الجزء الاوسط للهيكل كذلك مغلقة بشيش ٣٤ . ولتكوين تيار هوائى موجه تستخدم اقماع الانتشار ٢١ . ويجرى تبريد حلقات التلامس بالتيار الهوائى المكون بفعل التهوية التى تقوم بها نفسها . وقد ارتأيت النافذة المشيشة ٣١ فى الغطاء ٢٧ لهيكل حلقات التلامس لسحب الهواء واما الفتحات فى الهيكل ٢٦ فلاخراجه .

وتكون المحركات المحمية مخصصة للعمل فى غرف مدفأة وغير مدفأة عند حرارة تتراوح من − ٤٠° الى + ٤٠° م . وتقوم النوافذ المشيشة فى لوحات كراسي التحميل وفي الهيكل الحامل

وفى غطاء هيكل حلقات التلامس بضمان حماية طاقم العمل من احتمال تلامس الاصابع بالاجزاء الناقلة للتيار او المتحركة ، وبوقاية المكنة من تساقط اجسام غريبة صلبة بقطر لا يقل عن ١٢,٥ مم وقطرات الماء المتساقطة تحت زاوية لا تقل عن ٦٠° مع الخط الرأسى .

ومن خصائص المحركات الكهربائية اللاتزامنية انعدام الاتصال الكهربائى لملف العضو الدوار بمنبع الطاقة الكهربائية . وينشأ التيار فى ملف العضو الدوار فقط بسبب الصلة التأثيرية (التحويلية) لهذا الملف مع ملف العضو الساكن ولذا تدعى المكنات اللاتزامنية كذلك بالتأثيرية .

ويجرى عمل المحرك اللاتزامنى ثلاثى الاطوار على النحو التالى : عند توصيل ملف العضو الساكن بالشبكة الكهربائية ينشأ حقل مغناطيسى دوار يتقاطع مع اسلاك ملف العضو الدوار ويوجه فيها قوة دافعة كهربائية . غير انه لكون ملف العضو الدوار مغلقا ، تنشأ تيارات فى الاسلاك . ويقوم تفاعل الاسلاك مع الحقل المغناطيسى للعضو الساكن بتكوين قوى كهروطيسية على اسلاك ملف العضو الدوار تحاول تدوير العضو الدوار فى اتجاه دوران الحقل المغناطيسى للعضو الساكن . وتشكل جملة القوى الموضوعة على الاسلاك عزما كهروطيسيا على العضو الدوار يؤدى به الى الدوران بسرعة تقرب من سرعة دوران حقل العضو الساكن .

وينتقل دوران العضو الدوار بالعمود الى الآلية المنفذة . ويجرى على هذا النحو تحويل الطاقة الكهربائية القادمة من الشبكة الى ملف العضو الساكن الى طاقة ميكانيكية لتدوير عمود المحرك .

ان اتجاه دوران الحقل المغناطيسي للعضو الساكن وبالتالى

اتجاه دوران العضو الدوار مرتبطان بنظام تناوب اطوار الفلطية ، الموصولة الى ملف العضو الساكن . وتكون سرعة دوران العضو الدوار للمكنة اللاتزامنية اقل دائما من سرعة دوران حقل العضو الساكن وذلك لانه فى هذه الحالة فقط يجرى توجيه القوة الدافعة الكهربائية فى ملف العضو الدوار. ويعبر عن فرق سرعات العضو الدوار والحقل الدوار للعضو الساكن بالانزلاق ، الذى يدعى بالمقدر اذا ما ناسب الحمل المقدر للمحرك .

ويتألف الانزلاق المقدر للمحركات اللاتزامنية ذات التصميم العادى ، والتى لها قدرة من ١ الى ١٠٠٠ كيلوواط ، من ٦ — ٢٪ بالتناسب .

ان تحويل الطاقة فى المحرك اللاتزامنى كما فى اية مكنة كهربائية مرتبط بفقدانها . وهذا الفقدان يقسم الى ميكانيكى وكهروطيسى وكهربائى .

وان الفقدان الميكانيكى هو الشكل الاساسى للفقدان فى المحركات اللاتزامنية فهو مشترط بالاحتكاك فى كراسى التحميل وللاجزاء الدوارة الملامسة للهواء .

وعند ضرورة تشغيل المحرك مع حمل على العمود كآلية تدوير ، يقام باستخدام محركات لاتزامنية ذات عضو دوار طورى (مع حلقات تلامس) يوصل فى دائرة عضوها الدوار مغير مقاومة لبدء التشغيل ، وتزداد على هذا النحو مقاومتها الفعالة . وينخفض فى هذه الحالة تيار بدء التشغيل ويزداد عزم بدء التشغيل للمحرك .

وبفضل امكانية ضبط تيار بدء التشغيل وزيادة عزم بدء التشغيل يصبح المحرك اللاتزامنى ذو العضو الدوار الطورى فى عدد من الحالات شكلا لا بديل له لآلية تدوير كهربائية .

## البند ٣٧ . تركيبة المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر وتصاميم وحداتها التجميعية وقطعها

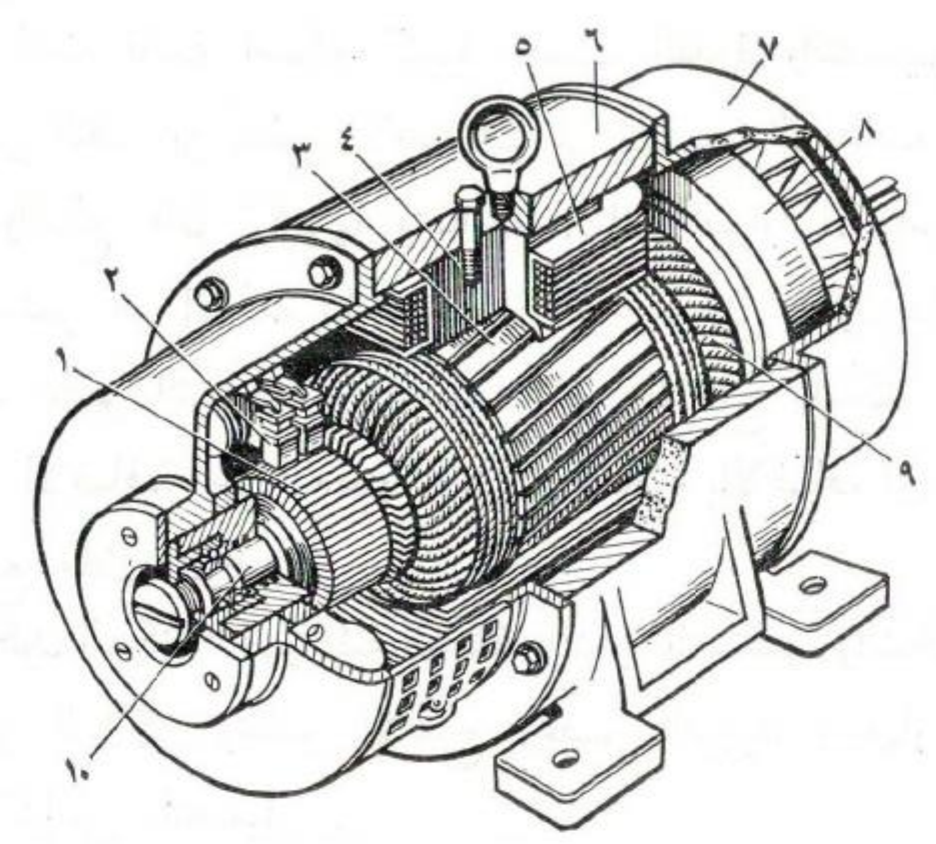
تنتج صناعة الآلات الكهربائية مكنات كهربائية تعمل بالتيار المستمر ذات قائمة اسماء كبيرة حسب القدرة والتصميم البنيوى ولذا وبغض النظر عن بعض الاختلاف فى تصميم الوحدات التجميعية المستقلة والقطع فان تركيبتها متشابهة . ان الطراز الاساسى لمكنة التيار المستمر هو المكنة ذات عضو التوحيد التى يكون دليلا مميزا لها وجود عضو التوحيد على عمود عضو الانتاج للمكنة . وتوجد الاقطاب الاضافية على العضو الساكن للمكنة بالاضافة الى الاقطاب الرئيسية مع ملف الاثارة .

وتتكون المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المستمر (الشكل ١٠٠) من العضو الساكن وعضو الانتاج وعضو التوحيد وجهاز الفراشى ولوحات كراسى التحميل .

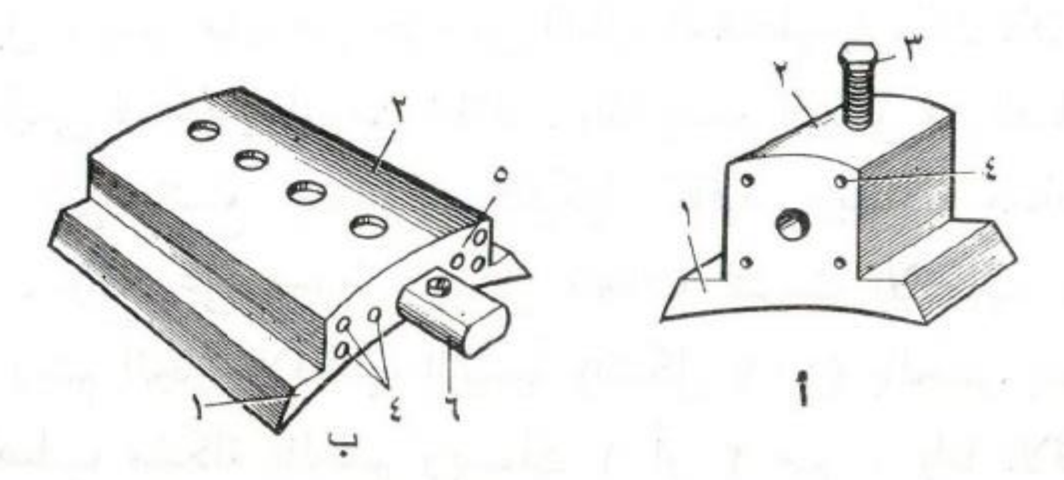
ويتكون العضو الساكن من الهيكل (القاعدة الحاملة) ٦ والاقطاب الرئيسية ٤ والاقطاب الاضافية (لا تشاهد فى الشكل) مع الوشائع المناسبة . ويستخدم الهيكل لتثبيت الاقطاب ولوحات كراسى التحميل ، وهو عبارة عن جزء من الدائرة المغناطيسية وذلك لان التيار المغناطيسى للمكنة ينغلق من خلاله . ولذا يصنع الهيكل من الصلب — المادة التى تتمتع بمتانة ميكانيكية كافية وبنفاذية مغناطيسية كبيرة . وتقع على محيط الهيكل فتحات لتثبيت الاقطاب .

ويتم انجاز الاقطاب الرئيسية (الشكل ١٠١) بالحشو بصفائح من الصلب مشكلة بالختم وبسمك ١ أو ٢ مم ، واما الاقطاب الاضافية فيتم انجازها مصمتة أو بالحشو كذلك . وتكون صفائح صلب القلب ٢ للاقطاب مكبوسة ومثبتة بالتباشيم ٤ التى تكون

روؤسها مغرقة فى الملاطم الضاغطة ٥ المركبة على اطراف كل قطب . ويمكن تجهيز كعوب الاقطاب الرئيسية فقط بالحشو ، وذلك لانه عند دوران عضو الانتاج المسنن تنشأ فيها تيارات دوامة




الشكل ١٠٠. تركيبة المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المستمر :
١ – عضو توحيد ، ٢ – فراشى ، ٣ و ٩ – قلب وملف عضو الانتاج ، ٤ – قطب رئيسى ، ٥ – وشيعة ملف الاثارة ، ٦ – قاعدة حاملة (هيكل) ، ٧ – لوحة كراسى التحميل ، ٨ – مروحة ، ١٠ – عمود




الشكل ١٠١ . الاقطاب الرئيسية لمكنة كهربائية عاملة بالتيار المستمر وطرق تثبيتها :
أ – بالبرغى ، ب – بالقضيب ؛ ١ – كعب قطبى ، ٢ – قلب القطب ، ٣ – برغى تثبيت القلب ، ٤ – تبشيمة ، ٥ – ملاطم ضاغطة ، ٦ – قضيب تركيب

وفقدان القدرة بسبب نبض التيار المغناطيسى فى الفسحة الهوائية . غير انه وانطلاقا من الملاءمة التكنولوجية لتجهيز الاقطاب يقام بصنعها عادة بالحشو .

وتثبت الاقطاب على الهيكل ببراغى : وتنجز قلوظة الثقوب للبراغى مباشرة فى القلب المحشى ٢ للقطب (الشكل ١٠١ ، أ) أو فى القضبان الضخمة ٦ من الصلب (الشكل ١٠١ ، ب) المدخلة فى فتحات مشكلة بالختم فى الاقطاب .

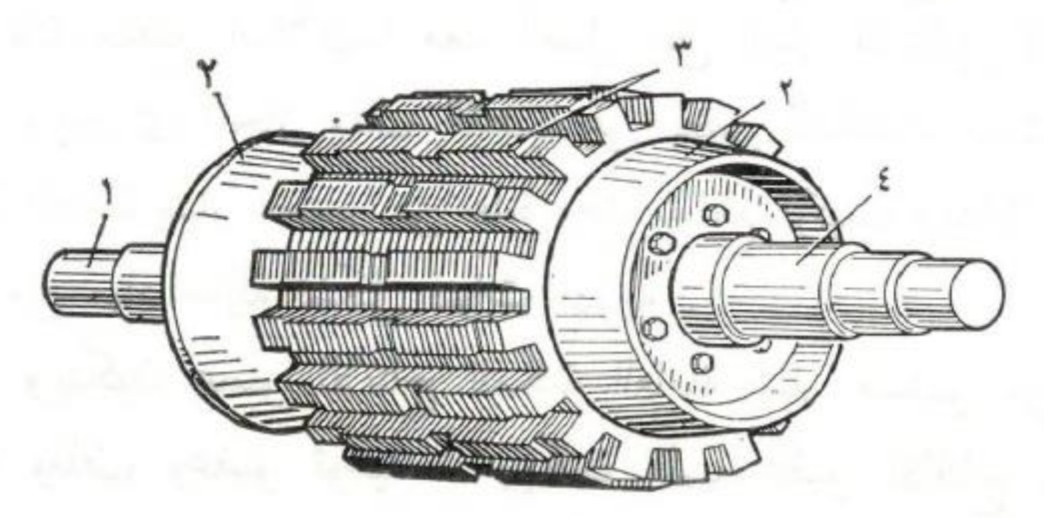
يتكون المجال المغناطيسى فى المكنة بالقوة الممغنطة (بكسر النون) لملف الاثارة ، المنجز على هيئة وشائع قطبية ملبسة على قلوب الاقطاب الرئيسية . ولتقليل اطلاق الشرار تحت الفراشى ولتدارك تشيط صفائح عضو التوحيد بذلك ونشوء «نيران دائرية» على سطحه ، تزود المكنة باقطاب اضافية مع وشائع مركبة على قلوبها . وتوضع الاقطاب الاضافية بين الاقطاب الرئيسية وتثبت على الهيكل ببراغى.

وتجهز وشائع الاقطاب الرئيسية والاضافية (الشكل ١٠٢ ، أ و ب) من سلك نحاسى معزول مستدير او مستطيل المقطع . ويتم توصيل وشائع الاقطاب الاضافية مع ملف عضو الانتاج على التوالى ، ولذا فان مقطع اسلاكهما معد للعمل على التيار التشغيلى للمكنة .

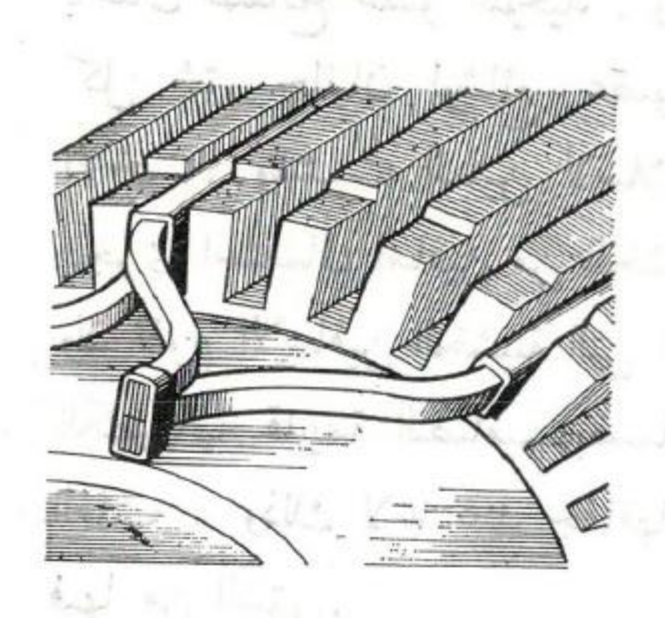
ويجرى انجاز ملف القطب فى بعض المكنات ذات القدرة العالية العاملة بتيار مستمر من عدة وحدات مع تركيب وردات مباعدة بينها من مواد عازلة تشكل قنوات تهوية .

ويتكون عضو الانتاج للمكنة العاملة بتيار مستمر من عمود وقلب وملف وعضو توحيد . ويكون قلب عضو الانتاج (الشكل ١٠٣) مجمعا من صفائح الصلب الكهربائى الصناعى المشكلة بالختم (الشكل ١٠٤) بتقاوير ذات شكل معين تصب بالختم حيث تشكل

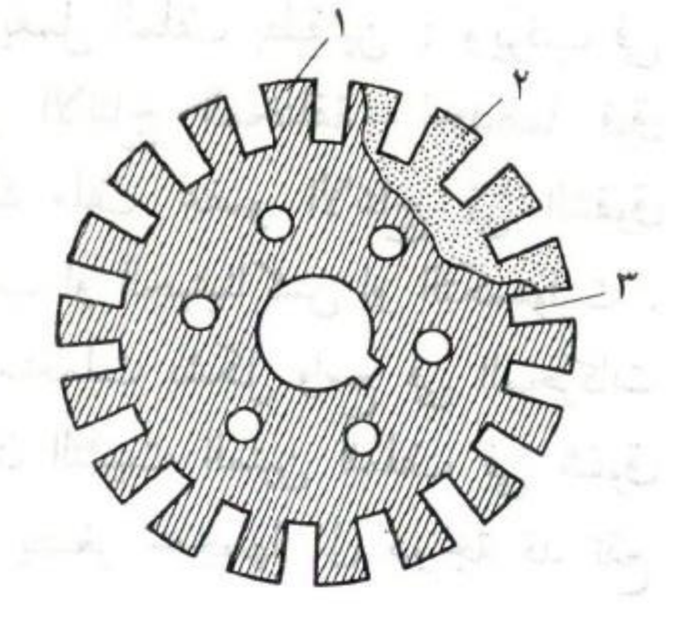
الشكل ١٠٢ . وشائع الاقطاب :
أ – الرئيسى ، ب – الاضافى ؛ ١ – وشيعة الملف ، ٢ و ٤ – قطبان رئيسى واضافى ، ٣ – زاوية ارتكاز ، ٥ – ملف القطب الاضافى




الشكل ١٠٣ : قلب العضو الدوار لمكنة عاملة بالتيار المستمر :
١ – عمود ، ٢ – ماسك الملف ، ٣ – تقويرات لوضع اربطة عليها ، ٤ – مكان تجليس عضو التوحيد على العمود



الشكل ١٠٥ . توزيع وحدات ملف عضو الانتاج فى شقوق القلب




الشكل ١٠٤ . صفيحة من الصلب لقلب عضو الانتاج :
١ – تسنينة (سن) ، ٢ – عازل ،
٣ – شق

فى القلب المجمع شقوق لوضع ملف عضو الانتاج فيها . وتكون صفائح القلب عادة معزولة من الجانبين بطبقة رقيقة من الورنيش ، غير انها قد تكون مؤكسدة ايضا . وتشكل الصفائح المجمعة فى رزمة عامة القلب المجلس على عمود عضو الانتاج والمثبت عليه بواسطة وردات ضاغطة . وهذا التصميم يسمح بتقليص فقدان الطاقة فى القلب من فعل التيارات الدوامة الناشئة نتيجة لفرط تمغنطه عند دوران عضو الانتاج فى المجال المغناطيسى . وللتبريد الافضل للمكنة توجد عادة فى قلوب اعضاء الانتاج قنوات تهوية للهواء المبرد (بكسر الراء) . ويشاهد فى الشكل ١٠٥ القلب الذى وضعت فى شقوقه وحدة ملف عضو الانتاج .

وينجز ملف عضو الانتاج من اسلاك نحاسية بمقطع مستدير او مستطيل ، ويتكون من وحدات جهزت مسبقا تكون نهاياتها ملحومة

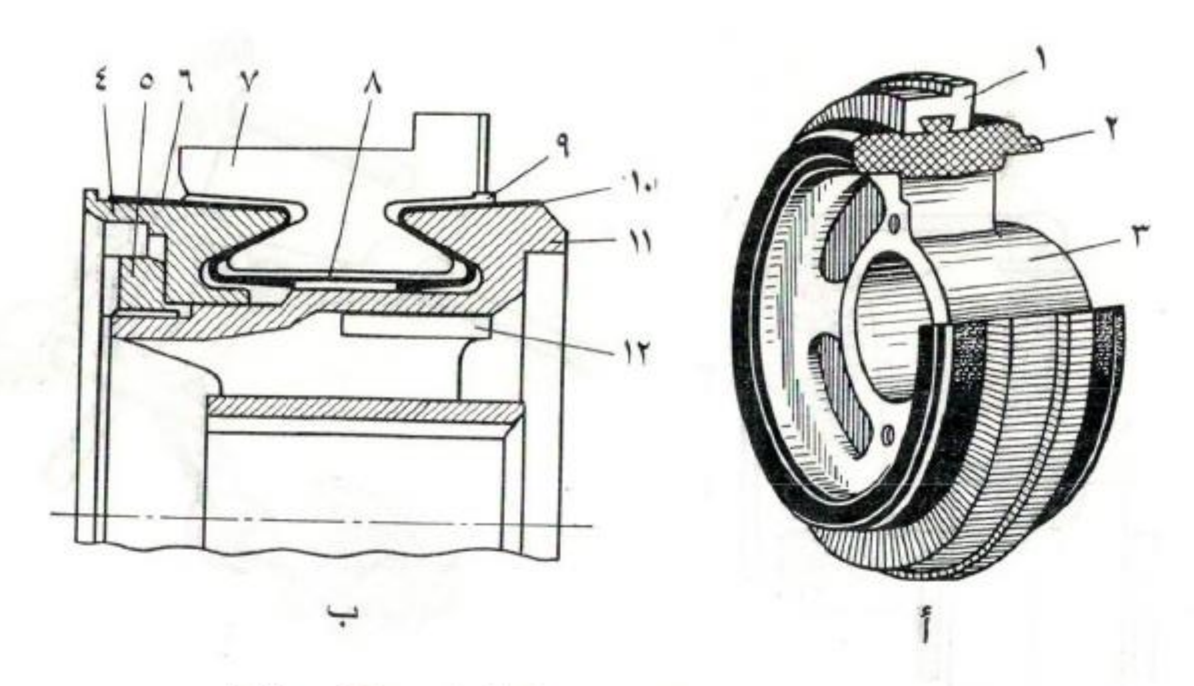
باعناق صفائح عضو التوحيد . ويعمل الملف بطبقتين : ويركب فى كل شق جانبان لوشائع عضو الانتاج المختلفة ـ احدهما فوق الآخر . وللتثبيت المتين لاسلاك ملف عضو الانتاج فى الشقوق يجرى استعمال اسافين من الخشب او الجيتيناكس او التكستوليت . ولا تقوم الاسافين الخشبية التى استعملت بشكل واسع فى المحركات الكهربائية قديمة التصاميم بضمان التثبيت المتين للملف فى شقوق القلب ، وذلك لانه عند جفافها يصغر حجمها الى درجة قد تقع فيها من الشق .

وفى بعض تصاميم المكنات لا تجرى اسفنة الشقوق واما الملف فيثبت بضمادة .

وتجهز الضمادة من سلك من الصلب غير المغناطيسى ، يلف مع شد مسبق . وتثبت الاجزاء الجبهية لملف عضو الانتاج على ماسك الملف كذلك بواسطة الضمادة. ويستعمل شريط من الياف زجاجية لتضميد اعضاء الانتاج فى المكنات الحديثة .

ويكون عضو التوحيد مجمعا من صفائح على شكل اسافين من النحاس المدلفن على البارد ومعزولة عن بعضها البعض بحشوات من الميكانيت الخاص باعضاء التوحيد . وتوجد للاطراف السفلى (الضيقة) للصفائح تقاوير على شكل «ذيل السنونو» تستخدم لتثبيت الصفائح النحاسية والعازل الميكانيتى .

وتوجد اعضاء التوحيد حسب طريقة تثبيت الطقم من الصفائح النحاسية والميكانيتية : على البلاستيك (الشكل ١٠٦ ، أ) وبمخاريط وجلبة ضاغطة من الصلب (الشكل ١٠٦ ، ب) . وتثبت اعضاء التوحيد بواسطة المخاريط الضاغطة بطريقتين : يجرى عند احداها انتقال القوة الناجمة عن الضغط فقط الى السطح الداخلى «ذيل



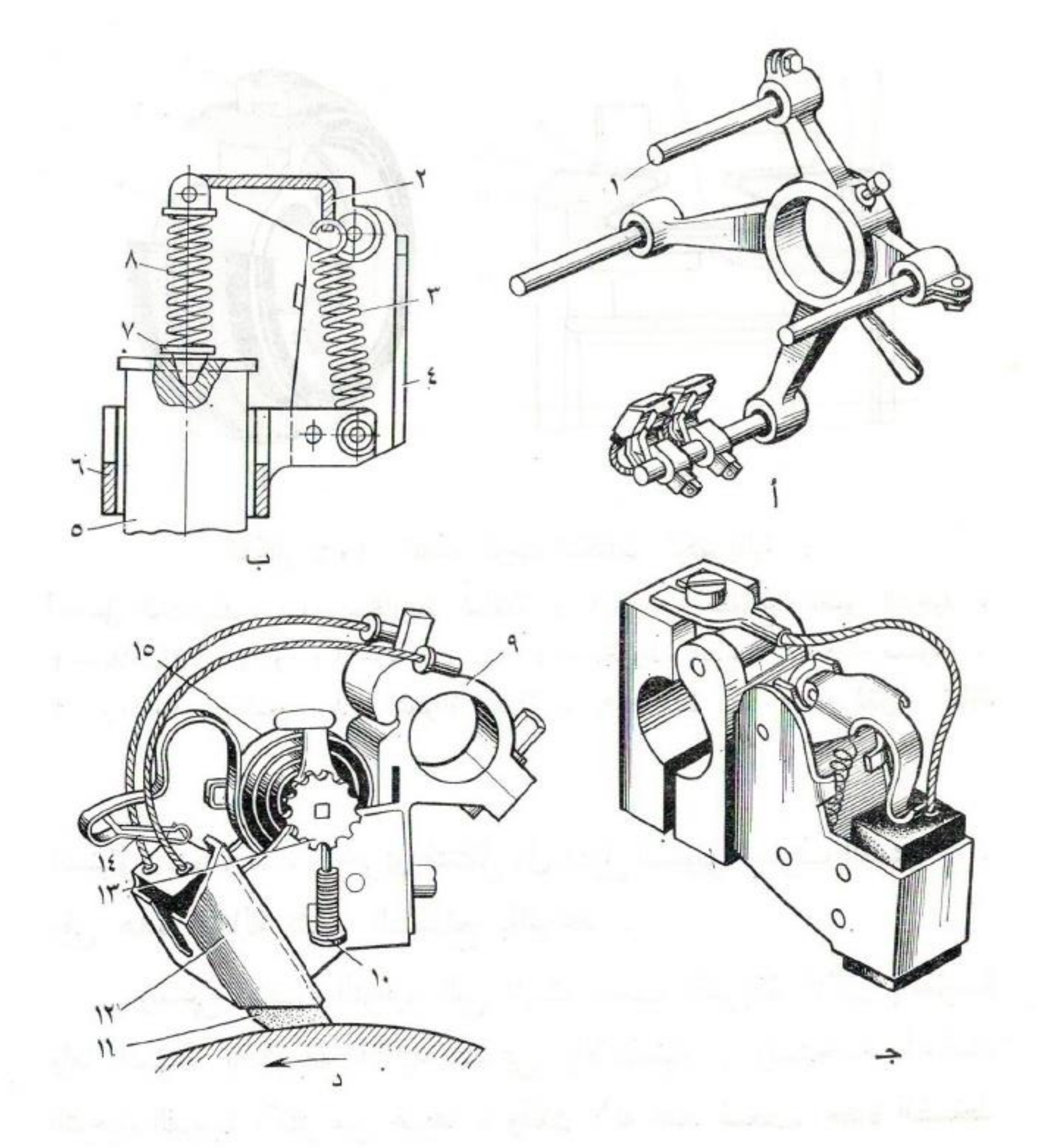

الشكل ١٠٦. اعضاء توحيد المكنات الكهربائية :

أ – على البلاستيك ، ب – بمخاريط ضاغطة ؛ ١ و ٧ – صفائح عضو التوحيد ، ٢ – بلاستيك، ٣ و ١١ – جلبات ، ٤ – مخروط ضاغط ، ٥ – صمولة ، ٦ و ١٠ – اكمام، ٨ – اسطوانة عازلة ، ٩ – خيط ، ١٢ – ثقل توازن

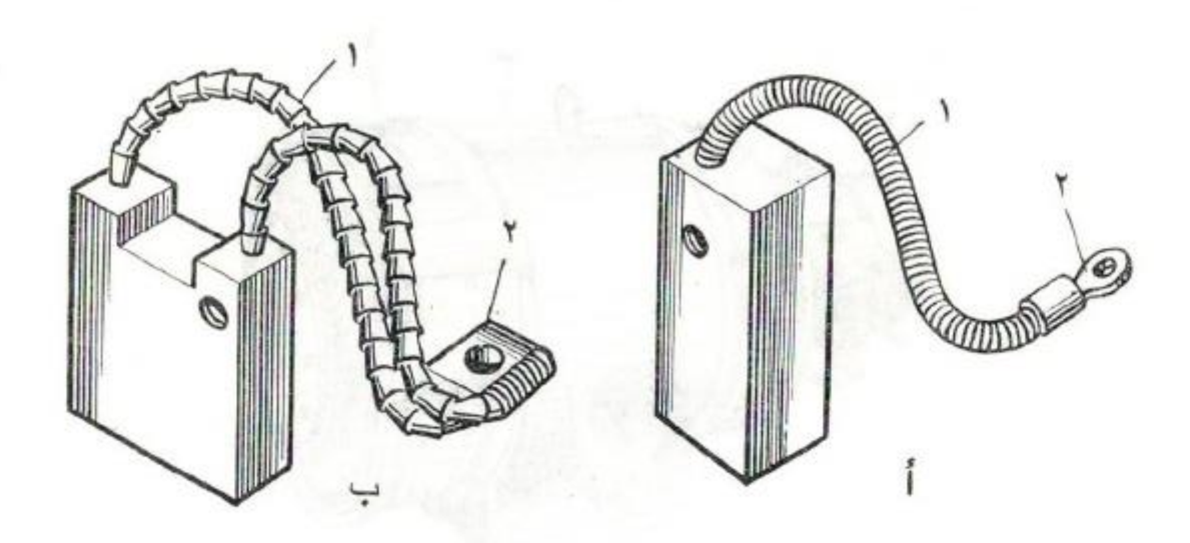
السنونو» ، واما عند الاخرى فتنتقل الى «ذيل السنونو» وطرف الصفيحة ، وفي هذه الحالة تثبت الصفائح بالتباعد .

وتدعى اعضاء التوحيد التي تثبت حسب الطريقة الاولى بالقوسية واما المثبتة بالطريقة الثانية فتدعى بالاسفينية . وتستخدم اعضاء التوحيد القوسية اكثر من غيرها ، وذلك لانه عند ضعف حدة الضغط بين صفائحها من جراء تقلص العازل الميكانيتي الكائن بين الصفائح يمكن اعادة كبس هذه الصفائح واعادة الضغط اللازم لها ومتانة اعضاء التوحيد على هذا النحو .

ويتكون جهاز الفراشي (الشكل ١٠٧) من موزع حمل واصابع ومواسك الفراشي . ويستخدم موزع الحمل (الشكل ١٠٧ ، أ) لتثبيت مواسك الفراشي (الشكل ١٠٧ ، ب ، ج ، د) التي تشكل




الشكل ١٠٧ . جهاز فراشى المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر :
أ – موزع حمل ، ب وجـ – مواسك فراشى شعاعية ، د – ماسك فراشى نفاث ؛
١ – أصابع (مساكات)، ٢ – ذراع ، ٣ و ٨ و ١٥ – زنبركات ، ٤ – هيكل ،
٥ و ١١ – فراشى ، ٦ – ظرف ، ٧ – كعب خزفى ، ٩ – قامطة (طوق) ،
١٠ – مسمار وصلة ، ١٢ – جدار الظرف ، ١٣ – مسننة ، ١٤ – حلقة الزنبرك

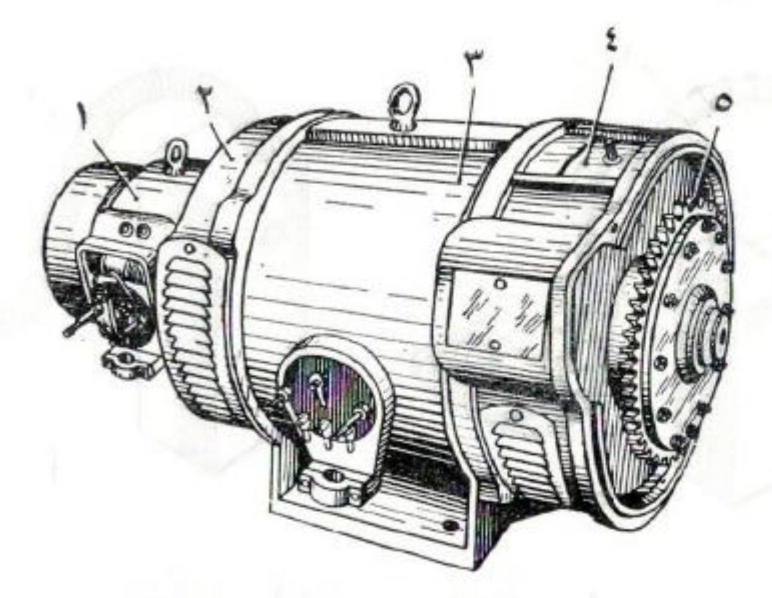



الشكل ١٠٨ . الفراشى :
أ – لمكنات ذات قدرة صغيرة ومتوسطة، ب – لمكنات ذات قدرة كبيرة ؛ ١ – حبل الفراشى ، ٢ – كعب (قطعة طرفية)

الدائرة الكهربائية اللازمة، على اصابع الفراشى . ويتكون ماسك الفراشى من ظرف وتجهيزة ضاغطة ، تضمن التصاق الفراشى على عضو التوحيد بالقوة اللازمة . ان الضغط البالغ (٠,٠٢ — ٠,٠٤ ميغاباسكال) على الفرشاة يجب ان يكون مضبوطا بحيث يكون التلامس متينا ومحكما بين الفرشاة وعضو التوحيد .

وتستخدم فى المكنات العاملة بتيار مستمر مواسك فراشى من طرازين : الشعاعية ، التى يتطابق خط محور الفرشاة فيها مع امتداد نصف قطر عضو التوحيد (انظر الشكل ١٠٧ ، ب و ج) والنفاثة ، التى يقع خط محور الفرشاة فيها تحت زاوية ما مع امتداد نصف قطر عضو التوحيد باتجاه دورانه (انظر الشكل ١٠٧ ، د) .

والفرشاة (الشكل ١٠٨) هى عبارة عن قطعة مستطيلة من مركبات منجزة على اساس الجرافيت . وهى مزودة بحبل نحاسى مرن ١ تكون احدى نهايتيه مسمرة فى الفرشاة ، والثانية ، الحرة ، تكون مزودة بالكعب ٢ لتوصيله بجهاز الفراشى . وتكون جميع مواسك الفراشى




الشكل ١٠٩ . مكنة كهربائية مع الهيكل الحامل للتثبيت على قاعدة ، ولوحة كراسى التحميل للتثبيت على آلية التشغيل :
١ – مثير ، ٢ و ٤ – لوحتا كراسى تحميل امامية وخلفية ، ٣ – هيكل حامل ، ٥ – ترس مسنن

ذات القطب الواحد موصولة ببعضها البعض بقضبان تجميع موصولة بالاطراف الخارجة للمكنة .

وتوجد للفراشى المستعملة فى المكنات العاملة بتيار مستمر رموز تصف تركيبها وخصائصها الفيزيائية . وتقسم الفراشى المستخدمة فى المكنات المخصصة للصناعة العامة الى ثلاث مجموعات اساسية : من الجرافيت ، ومن الفحم والجرافيت ، ومن النحاس والجرافيت . وبهدف العمل الطبيعى واطالة مدة الخدمة لعضو التوحيد ينبغى لكل مكنة استعمال فراشى فقط من ذات الرمز المحدد من قبل المصنع المنتج مع الاخذ بعين الاعتبار لقدرة وبنيان وظروف عمل المكنة والخصائص الكهربائية بها .

وتستخدم لوحات كراسى التحميل للمكنات الكهربائية كقطع توصيل بين الهيكل الحامل وعضو الانتاج وكذلك كبنيان ارتكاز لعضو الانتاج الذى يدور عموده فى كراسى التحميل المركبة فى اللوحات (الشكل ١٠٩) .

وتستخدم فى المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر مختلف لوحات كراسى التحميل التى تختلف عن بعضها البعض بالشكل والابعاد والمواد التى صنعت منها . غير انه وبغض النظر عن التنوع الكبير لتصاميم كراسى التحميل يمكن تقسيم اللوحات حسب الغرض منها الى نوعين اساسيين : عادية وذات شفاه لتركيبها وتثبيتها مباشرة على آلية التشغيل . وتصنع لوحات كراسى التحميل للمكنات الكهربائية العاملة بتيار مستمر بطريقة الصب (على الاغلب من الصلب ، ونادرا من الحديد الزهر وسبائك الالومنيوم) وكذلك باللحام الكهربائى او بالكبس بالختم .

ويوجد فى وسط اللوحة تجويف لكرسى التحميل حيث يركب فيه كرسى تحميل ارجوحى ذو كريات (رولمان بلى) او ذو اسطوانات (رولمان بلح) . وتستخدم فى بعض الحالات فى المكنات ذات القدرة الكبيرة العاملة بالتيار المستمر كراسى تحميل انزلاقية .

### اسئلة للمراجعة

١ — ما هى المؤشرات الاساسية التى تتصف بها المكنات الكهربائية ؟
٢ — ما هى التصميمات التى تعرفها للمكنات الكهربائية ؟
٣ — ما هى تركيبة المكنة التزامنية ؟
٤ — بم يختلف العضو الدوار المقصر عن نظيره الطورى ؟
٥ — اذكر الاجزاء الاساسية للمكنة العاملة بالتيار المستمر ، والغرض منها .
٦ — عدد الاسباب الميكانيكية لانطلاق الشرار من فراشى المكنة العاملة بالتيار المستمر .
٧ — حدث عن تركيبة عضو التوحيد للمكنة العاملة بالتيار المستمر والدور الذى يؤديه .

# اصلاح المكنات الكهربائية

## البند ٣٨ . معلومات عامة

يقام باصلاح المكنة الكهربائية اما فى مكانها او فى عنبر او مصنع الاصلاح الكهربائى تبعا لابعادها الحجمية وكتلتها وطابع الاصلاح وكذلك تبعا لوجود او انعدام الظروف اللازمة للاصلاح .

وتقضى الشروط الفنية بشكلين من اشكال اصلاح المكنات الكهربائية — الاصلاح الشامل والاصلاح الوسطى .

ويجرى عند الاصلاح الشامل تفكيك المكنة باكملها واعادة لف ملفات (العضو الساكن ، والعضو الدوار ، والاقطاب وعضو الانتاج) ، واصلاح عضو التوحيد (باستبدال ما يبلغ الخمس من صفائحه) ، والاكمام العازلة مع خراطة التجاويف وتشكيل الدروب اللاحق لعضو التوحيد . وحلقات التلامس وآلية الفراشى وكراسى التحميل واعمدة الدوران والمراوح واللوحات ووحدات تجميعية وقطع اخرى .

ويجرى عند الاصلاح الوسطى : تكميل العزل ؛ وطلاء الاجزاء الجبهية لملفات العضو الساكن والعضو الدوار الطورى ووشائع الاقطاب بالورنيش ؛ وخراطة حلقات التلامس ؛ وخراطة عضو التوحيد وتشكيل دروب له ؛ واصلاح (اعادة صب) كراسى التحميل

الانزلاقية او استبدال كراسى التحميل الارجوحية ؛ واصلاح آلية الفراشى.

وتقبل مصانع الاصلاح الكهربائى المكنات الكهربائية للاصلاح فقط فى حال وجود كل الوحدات التجميعية والقطع ومن ضمنها الملف القديم . ويرفض قبول المكنات المفككة ، للاصلاح ، ذات الهيكل او اللوحات المكسورة والصلب الفعال المتضرر كثيرا وكذلك ذات القوائم المفصومة (اكثر من قائمتين) . واما المحركات الكهربائية اللاتزامنية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط فيجب ان لا تزيد فيها الفسحة الهوائية (الخلوص) عن قيمتها الطبيعية (المصنعية) باكثر من ٢٥٪ للمكنات الثنائية الاقطاب و ١٥٪ للمحركات الكهربائية المتعددة الاقطاب . والمكنات التى لا تلبى هذه الشروط لا تدخل حيز الاصلاح الا بموافقة مؤسسة الاصلاح . ويحافظ عند الاصلاح على تصميم المصنع المنتج ومعطيات الكتالوج للمكنات الكهربائية . غير انه من الجائز تغيير سرعة الدوران والفلطية والقدرة وكذلك بعض المواصفات الفنية للمكنة الكهربائية وذلك حسب رغبة صاحب الطلب وموافقة مؤسسة الاصلاح .

ومن الضرورة عند اصلاح المكنات الكهربائية مراعاة المتطلبات الاساسية التى تضمن عملها الطويل والمكفول :

— يجب على المواد البنيوية المستخدمة عند الاصلاح ان تلبى المواصفات القياسية والشروط الفنية المناسبة واما المواد العازلة للكهرباء فيجب ان تكون من الاصناف المقاومة للتسخين التى لا تقل عن تلك التى صممها المصنع المنتج ؛

— يجب على الزيادات القصوى المسموحة بها لدرجة حرارة الوحدات التجميعية والقطع ان تناسب المعدلات الموجودة ؛

— يجب ان تكون الملفات والاجزاء الاخرى الناقلة للتيار مثبتة بمتانة وان ترسخ اسافين الشق بثبات فى الشقوق ؛

— ينبغى تجهيز القطع الخشبية من خشب جاف (برطوبة لا تزيد عن ٦٪) من اصناف الاشجار الصلبة (الزان ، البتولا وغيرها) وتشبيعها جيدا ؛

— يلزم انجاز الاربطة السلكية للاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج من سلك الاربطة التى تتمتع بالمقاومة المطلوبة للانقطاع واما الاربطة من الالياف الزجاجية فتنجز من شريط ذى الياف زجاجية يوضع بشد يبلغ ٨٥٠ — ٩٥٠ نيوتن ؛

— يجب ان يكون لعضو التوحيد شكلا اسطوانيا بحتا ؛ ويجب ان لا يزيد خفقان عضو التوحيد ذى القطر البالغ ٢٥٠ مم عن ٠,٠٥ مم عند سرعة دوران ١٥٠٠ — ٣٠٠٠ دورة/دقيقة و٠,١٥ مم عند سرعة دوران اقل من ١٥٠٠ دورة/دقيقة ؛

— ويجب ان تتحمل المكنات ذات الملفات التى اعيد لفها للاعضاء الدوارة لاعضاء الانتاج وكذلك ذات الاربطة التى وضعت ثانية زيادة سرعة الدوران بدون اضرار ؛

— يجب ان لا تزيد الحرارة المسموحة القصوى لكراسى التحميل الانزلاقية عند العمل المقدر لمدة طويلة عن ٨٠°م (فى هذه الحالة يسمح بحرارة الزيت التى لا تزيد عن ٦٥°م) واما لكراسى التحميل الارجوحية فيجب ان لا تزيد عن ١٠٠° م ؛

— ينبغى تجهيز جهاز الفراشى للمكنة بفراشى ذات اصناف وقياسات مناسبة ومدلكة جيدا على سطح عضو التوحيد او حلقات التلامس مع الضغط المضبوط للزنبركات (لكى تقوم الفراشى بالتحرك بحرية فى الظروف يجب ان تكون هناك فسحة

مقدارها ١,٠ — ٤,٠ مم بين الفرشاة والظرف باتجاه الدوران و ٢,٠ — ٥,٠ مم فى اتجاه خط محور عضو التوحيد) ؛

— يجب على المتانة الكهربائية لعازل كل ملف بالنسبة لهيكل المكنة وكذلك بين اللفات المتجاورة للملف ان تلبى الشروط المناسبة ؛

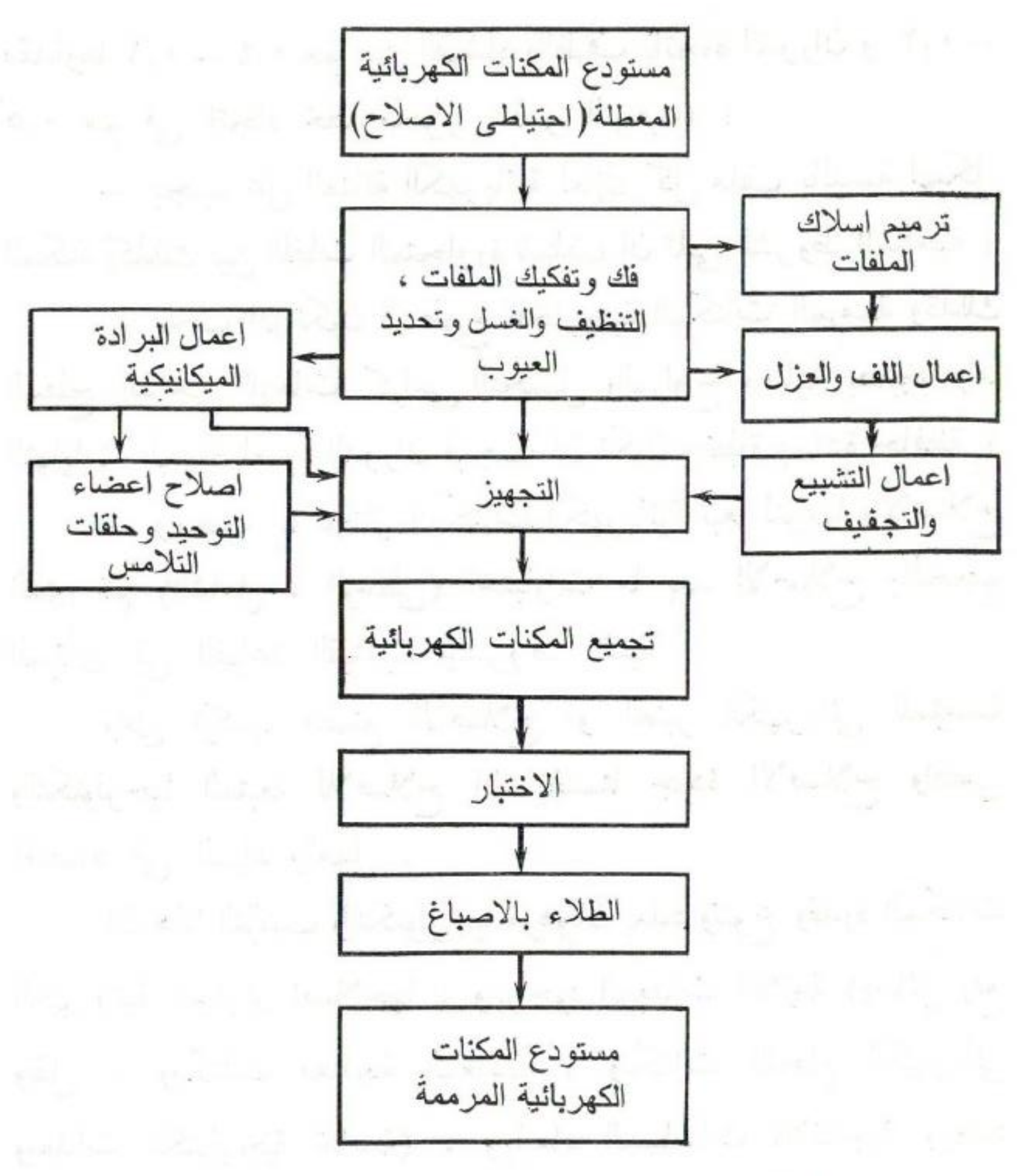
— يجب ان تكون السطوح الخارجية للمكنات المرممة وكذلك السطح الداخلى للوحات كراسى التحميل والمراوح مطلية بصبغة واما النهايات البارزة لعمود الدوران فيجب ان تكون مغطاة بمادة حافظة ؛

— ويجب ان تجتاز المكنات الكهربائية تبعا لنوعها والاصلاح الذى تم (الشامل ، الوسطى) اختبارات ما بعد الاصلاح بالحجم المرتأى فى القواعد القياسية والشروط الفنية .

وعلى تركيب مصنع الاصلاح او العنبر الكهربائى للمؤسسة والتكنولوجيا المتبعة للاصلاح ان يضمنا جودة الاصلاح واقصى اقتصاد فى المواد والعمل .

ان هذا التركيب والتكنولوجيا مرهونان بعدد وتنوع وقدرة المكنات الكهربائية الجارى اصلاحها ، وبوجود المعدات اللازمة (وسائل رفع ونقل ، ومكنات معالجة المعادن ، ومكنات اللحام الكهربائى ومعدات تكنولوجية خاصة) ، وبابعاد المساحات الانتاجية وبعدد من العوامل الاخرى . وهنا تؤخذ بعين الاعتبار كذلك امكانيات التعاون مع مؤسسات الاصلاح الكهربائى الاخرى ، ووجود كوادر مؤهلة من عمال الاصلاح الكهربائى والبرادة الكهربائية مختصين باصلاح المكنات الكهربائية وغيرها من العوامل .

واهم مؤشرات تنظيم وتكنولوجيا اصلاح المكنات الكهربائية هى : تقليص مدة مكوث المكنات فى حيز الاصلاح ؛ اطالة مدة




الشكل ١١٠ . مخطط اصلاح المكنات الكهربائية

عمل المكنات المرممة بين الاصلاحات الدورية ؛ تخفيض الكلفة الفعلية للاصلاح .

ويجرى فى المؤسسات تشغيل مكنات كهربائية متنوعة ذات الاغراض العامة والخاصة وبمختلف القدرات والتصاميم البنيوية ولذا من المستحيل التوصية بتركيب عنبر الاصلاح الكهربائى او بتكنولوجيا

الاصلاح ، حتى لاى فرع من فروع الصناعة . وكمثال يشاهد فى الشكل ١١٠ المخطط التكنولوجى البنيوى الشائع لاصلاح المكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط ، والمستخدم فى عنابر الاصلاح الكهربائى للعديد من المؤسسات .

وتحتل اعمال الفك والتفكيك والتبييض واللحام القصديرى والمعالجة بالبرادة والتجميع التى يقوم بها الميكانيكى الكهربائى مكانا مهما فى العملية التكنولوجية لاصلاح المكنات الكهربائية .

وقد اعير الاهتمام الاساسى عند وصف تكنولوجيا اصلاح المكنات الكهربائية فى هذا الباب الى عمليات البرادة الكهربائية . واما عمليات الاصلاح التى يقوم بها عمال ذوو اختصاصات اخرى (عمال اللف والعزل وعمال اختبار المكنات) فترد فقط بذلك القدر الذى يجب ان يكون الميكانيكى الكهربائى مطلعا عليه وذلك للانجاز الكفوء لعمليات البرادة الكهربائية للاصلاح ، وكذلك بعض العمليات التى ينجزها عمال اللف والعزل .

ويدخل فى قائمة اعمال البرادة الكهربائية لاصلاح المكنات الكهربائية ما يلى :

— تحديد العيوب والاختبارات ما قبل الاصلاح وفك المكنات ؛

— اصلاح اعضاء التوحيد وجهاز الفراشى وحلقات التلامس والقلوب واعمدة الدوران والمراوح والهياكل الحاملة ولوحات كراسى التحميل وكراسى التحميل والملفات ؛

— ربط (تضميد) وموازنة الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج ؛

— تجميع المكنات الكهربائية واجراء اختبارات ما بعد الاصلاح لها .

## البند ٣٩ . تحديد العيوب والاختبارات ما قبل الاصلاح للمكنات الكهربائية

يقام بمعاينة المكنات الكهربائية التى دخلت حيز الاصلاح بدقة وعند الضرورة يجرى اختبارها وفكها بهدف الاظهار الكامل لاسباب وطبيعة وابعاد الاضرار . ان معاينة المكنة والتعرف على حجم وطبيعة الاصلاحات السابقة وعلى سجلات التشغيل وكذلك اجراء الاختبارات تتيح تقدير حالة جميع الوحدات التجميعية والقطع للمكنة ، وتحديد حجوم ومدد الاصلاح ، ووضع وثائق فنية حول الاصلاح ، وتجهيز او طلب اجهزة اصلاح وقطع احتياطية ، واجراء اعمال اخرى ضرورية تتعلق بالاعداد التنظيمى والفنى للاصلاح .

وتتعطل المكنات غالبا من جراء العمل المتواصل الطويل الغير مسموح بدون اصلاح ، والخدمة التشغيلية الرديئة او الاخلال بنظام العمل المقدر بها . وتكون اعطال المكنات الكهربائية ميكانيكية وكهربائية . وينسب الى الاعطال الميكانيكية ما يلى : انصهار البابيت (سبيكة مقاومة للاحتكاك) فى كراسى التحميل الانزلاقية ؛ تحطم الفاصل والحلقات والكرية (البلية) او الاسطوانة (البلحة) فى كراسى التحميل التدحرجية ؛ تشوه او تكسر عمود دوران العضو الدوار (او عضو الانتاج)؛ تشكل اخاديد («دروب») عميقة على سطوح اعضاء التوحيد وحلقات التلامس ؛ ارتخاء تثبيت الاقطاب او قلب العضو الساكن على الهيكل الحامل وانقطاع او انزلاق الاربطة السلكية للاعضاء الدوارة (او لاعضاء الانتاج) ؛ ارتخاء كبس قلب العضو الدوار (عضو الانتاج) وغيرها .

ومن الاعطال الكهربائية ما يلى : خرق العازل والتماس مع الهيكل وانقطاع الاسلاك فى الملف والتماس بين لفات الملف

واختلال الملامسات وتحطم الوصلات المنجزة باللحام القصديرى او الكهربائى والانخفاض الغير مسموح به لمقاومة العازل نتيجة لعتقه او تحطمه او ترطبه وغيرها .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى المختص باصلاح المكنات الكهربائية ان يعرف جيدا البوادر المميزة وكذلك سبل اظهار وازالة مختلف الاضرار والاعطال التى تنشأ فى هذه المكنات .

وترد فى الجدول رقم ٤ قائمة مختصرة لأكثر الاعطال انتشارا وأكثر الاسباب احتمالا لنشوئها فى المكنات الكهربائية .

ولا يتسنى احيانا اكتشاف الاعطال والاضرار للمكنات الكهربائية بطريقة المعاينة الخارجية وذلك لان بعضها (تماس بين اللفات فى ملفات الاعضاء الساكنة ، وخرق العازل على الهيكل ، وتماس صفائح عضو التوحيد ، واختلال اللحام القصديرى فى الملفات وغيرها) تحمل طابعا خفيا ويمكن تحديدها فقط بعد اخذ القياسات واجراء الاختبارات المناسبة .

ويدخل فى عداد العمليات ما قبل الاصلاح لاظهار اعطال المكنات الكهربائية : قياس مقاومة عازل الملفات (بهدف تحديد مدى ترطبه) ، واختبار المتانة الكهربائية للعازل وفحص سلامة كراسى التحميل اثناء التشغيل البطىء للمكنة وقيمة التسارع المحورى للعضو الدوار (لعضو الانتاج) ، وصحة التصاق الفراشى على عضو التوحيد وحلقات التلامس ومقدار الارتجاج ، وتحديد قيم الخلوص بين الاجزاء الدوارة والثابتة للمكنة وكذلك تفقد حالة قطع التثبيت ومدى احكام تجليس لوحات كراسى التحميل على فرزات القاعدة الحاملة وخلو الاجزاء والقطع المستقلة للمكنة من الاضرار (صدوع وتشققات) .

الجدول ٤

## اعطال المكنات الكهربائية والاسباب المحتملة لنشوئها

| دلائل العطل | السبب المحتمل |
| --- | --- |
| المكنات اللاتزامنية ذات العضو الدوار المقصر | |
| المحرك الكهربائى يئز ولا يكتسب سرعة الدوران المقدرة | انجذاب العضو الدوار الى جهة واحدة نتيجة لاهتراء كراسى التحميل او انحراف لوحات كراسى التحميل او انحناء عمود الدوران |
| المحرك الكهربائى يئز والعضو الدوار يدور ببطء والتيار مختلف فى الاطوار الثلاثة كلها ويزيد عن قيمته المقدرة حتى عند الدوران البطيء | يكون احد قضبان ملف العضو الدوار او عدد منها مقطوعا ؛ خطأ فى توصيل بداية ونهاية طور ملف العضو الساكن ( الطور «مقلوب») |
| لا يدور العضو الدوار او يدور ببطء، والمحرك يئز ويسخن بشدة | طور ملف العضو الساكن مقطوع |
| فرط فى تسخين المحرك الكهربائى عند الاحمال المقدرة | تماس بين لفات ملف العضو الساكن ؛ تردى ظروف التهوية نتيجة لاتساخ قنوات التهوية |
| انخفاض غير مسموح به لمقاومة عازل ملف العضو الساكن للمحرك الكهربائى | عازل الملف مترطب او متسخ بشدة ؛ عتق او تضرر العازل |

| دلائل العطل | السبب المحتمل |
|---|---|
| يرتج المحرك الكهربائى اثناء تشغيله وبعد قطع التيار عنه عندما تكون سرعة دوران العضو الدوار قريبة من السرعة المقدرة | اختلال فى تطابق محاور اعمدة الدوران ؛ العضو الدوار غير متوازن |
| يرتج المحرك الكهربائى بشدة ، غير ان الارتجاج يتوقف بعد قطع التيار عنه، يئز المحرك بشدة، التيار مختلف فى الاطوار ، وأحد قطاعات ملف العضو الساكن يسخن بسرعة | الدائرة مقصرة فى ملف العضو الساكن للمحرك الكهربائى |
| **المكنات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى** | |
| لا يكتسب المحرك الكهربائى سرعة الدوران المقدرة | انجذاب العضو الدوار إلى جهة واحدة نتيجة لاهتراء كراسى التحميل او انحراف لوحات كراسى التحميل او انحناء عمود الدوران ؛<br>التلامس مختل فى طورين او فى ثلاثة اطوار لمغير المقاومة لبدء التشغيل؛<br>اختلال الدائرة الكهربائية بين مغير المقاومة لبدء التشغيل وملف العضو الدوار للمحرك الكهربائى |
| تزداد سرعة دوران المحرك الكهربائى ببطء ، ويسخن العضو الدوار للمحرك الكهربائى بشدة حتى عند الحمل الصغير | جزء من ملف العضو الدوار يمس الهيكل المؤرض للمحرك الكهربائى ؛<br>اختلال العازل بين حلقات التلامس وعمود العضو الدوار |

| دلائل العطل | السبب المحتمل |
| --- | --- |
| المحوك الكهربائى يئز ولا يكتسب سرعة الدوران تحت الحمل ، تيار العضو الساكن «ينبض» | التلامس مختل فى اماكن اللحام القصديرى لملف العضو الدوار او فى اماكن توصيله بحلقات التلامس او فى الاسلاك التوصيلية |
| فرط فى اطلاق الشرار بين الفراشى وحلقات التلامس | الفراشى متسخة او ملتصقة بشكل ردىء بحلقات التلامس ؛ تعرقل الفراشى فى اطواق (ظروف) ماسك الفراشى ؛ ضغط الفراشى غير كاف على حلقات التلامس ؛ خفقان حلقات التلامس ؛ التلامس مختل فى دائرة الفراشى |
| المكنات العاملة بالتيار المستمر | |
| تكوين الشرار تحت الفراشى | انحراف ماسك الفراشى ؛ التصاق غير كامل لسطوح الفراشى على عضو التوحيد ؛ الضغط الزائد للزنبركات على الفرشاة ؛ انحراف الفراشى عن وضع الحياد |
| اطلاق الشرار الغير مسموح به والذى تصاحبه فرقعة مع تطاير الشرار من اسفل الفراشى وظهور سناج ( اسوداد ) على عضو التوحيد | الوضع الخاطىء للفراشى بالنسبة لوضع الحياد وبروز بعض صفائح عضو التوحيد ؛ خفقان عضو التوحيد نتيجة لاختلاف المركز ؛ بروز العازل الميكانيتى من عضو التوحيد |

تابع الجدول ٤

| السبب المحتمل | دلائل العطل |
|---|---|
| ضرر ميكانيكى او عتق عازل الوشائع | خرق عازل النظام المغناطيسى الكهربائى للمكنة على الهيكل |
| حدوث اتصال كهربائى بين صفائح عضو التوحيد نتيجة لتماسات بواسطة غبار النحاس او نتوءات الصفائح النحاسية | تماس بين صفائح عضو التوحيد |
| هبوط عمود عضو الانتاج نتيجة اهتراء كراسى التحميل الانزلاقية او انحناء ( تقوس ) عمود الدوران | تضييق الفسحات ( الخلوص ) بين عضو الانتاج والاقطاب |
| خطأ فى توصيل مغير المقاومة بدائرة المكنة ذات الاثارة على التوازى مما ادى فى النتيجة الى انخفاض الفلطية الموصلة الى ملف الاثارة للمكنة | لا يدور عضو الانتاج للمكنة |

وتفحص حالة عازل الملفات للمكنة الكهربائية الجارى اصلاحها بالميجااومتر .

ويتكون الميجااومتر من مولد مع آلية ادارة وتجهيزة لوغومترية (مقياس معدلات) . ومولد الجهاز هو عبارة عن مصدر للتيار المستمر ويتكون من الموصل المغناطيسى للعضو الساكن ذى الاقطاب الصفائحية والعضو الدوار الذى هو عبارة عن مغناطيس ثابت ثمانى الاقطاب .

ويحافظ على ثبات الفلطية فى مآخذ الجهاز بواسطة جهاز الضبط ذى الطرد المركزى مع الاثقال . وعند السرعة الزائدة لدوران ذراع الجهاز تتباعد الاثقال تحت تأثير القوى الطاردة المركزية وتقلل عند اخراجها للعضو الدوار من العضو الساكن من التلاصق المغناطيسى للملف والفلطية الناتجة فيه بالتأثير .

وتتكون تجهيزة مقياس المعدلات من جزء ثابت (مغناطيس ثابت ، موصلات مغناطيسية واطراف قطبية) وجزء متحرك (اطاران : تشغيلى وراد للفعل) . وهذان الاطاران مشبوكان بمتانة تحت زاوية ٩٠° . وتقوم التيارات اثناء مرورها بكلتا الوشيعتين وتفاعلها مع المجال المغناطيسى بتكوين عزوم دوران موجهة الى نواحى متقابلة. وتتوقف زاوية دوران الجزء المتحرك على علاقات التيارات فى الوشائع ولا تتوقف على الفلطية الموصلة اليه .

وعند قياس مقاومة الدائرة الكهربائية الموصولة بمآخذ الجهاز يقوم جزئه المتحرك بالدوران الى زاوية معينة واما المؤشر المثبت على محوره فيبين مقدار المقاومة على مقياس الجهاز المدرج بالكيلوأوم والميجاأوم . وتعادل سرعة الدوران الطبيعية لذراع الجهاز ١٢٠ دورة/دقيقة . وعمليا لا يؤثر تغير سرعة دورانه من ١٠٠ الى ١٤٠ دورة/دقيقة على دقة القياسات .

ويجرى فحص حالة عازل الملفات ودوائر التيار بالميجااومتر حسب التعاقب التالى : يتم التأكد من خلو الملف الجارى فحصه والدوائر الموصولة به من الفلطية وتفحص صلاحية الميجااومتر ؛ يوضع الميجااومتر افقيا وتوصل الاسلاك بالمآخذ وبعد تقصيرها يدار ذراع الميجاأومتر* . ويجب عندما تكون نهايات الاسلاك مقصرة

* يقام عند قياس مقاومة العازل بالميجااومتر جامع الاغراض بتوصيل الاخير بشبكة كهربائية ذات فلطية قدرها ١٢٧ او ٢٢٠ فلط .

ان يقع مؤشر المقياس المدرج للجهاز عند علامة الصفر ، واما عندما تكون نهايات الاسلاك مفصولة فيجب ان يقع المؤشر عند العلامة ∞ (التى تعنى المالانهاية) . وبعد التحقق من صلاحية الجهاز يقام بمس احد الاطراف الخارجة للملف والجزء المعدنى للمكنة الغير موصولة بالملف بنهايات الاسلاك الموصولة بمآخذ الجهاز . ويجرى الحكم على حالة العازل بقراءة الجهاز . ويجرى اخذ القياسات عن المقياس المدرج بعد أن يتخذ مؤشر الجهاز وضعا ثابتا .

ويعتبر الميجااومتر الذى توجد به تجهيزة لاختيار الفلطية ٥٠٠ و ١٠٠٠ و ٢٥٠٠ فلط جامعا للاغراض .

ويدعى العمل الجارى لاظهار الاعطال والاضرار فى المكنات الكهربائية قبل الاصلاح بتحديد العيوب .

ويجرى تحديد العيوب بالمعاينة الخارجية وبالفك الجزئى او الكلى للمكنة الكهربائية .

ان تحديد العيوب الذى جرى بطريقة المعاينة الخارجية واختبارات المكنة الكهربائية لا يتيح احيانا تحديد طابع وابعاد الاضرار بالمكنة بدقة وبالتالى تحديد حجم اعمال الاصلاح الماثلة . ويعطى تحديد العيوب الذى يجرى بعد فك المكنة فكرة اكثر شمولا عن حالة المكنة الكهربائية وعن الاصلاح المطلوب .

وتسجل جميع الاعطال والاضرار المكتشفة بعد فك المكنة فى بطاقة تحديد العيوب والتى يقام على اساسها بوضع بطاقة سير الاصلاح مع ذكر الاعمال التى يجب انجازها لكل وحدة اصلاحية او لبعض الوحدات التجميعية للمكنة الجارى اصلاحها .

## البند ٤٠ . فك المكنات الكهربائية

تدخل حيز الاصلاح مكنات كهربائية تختلف عن بعضها البعض بالقدرة والتصميم والبنيان .

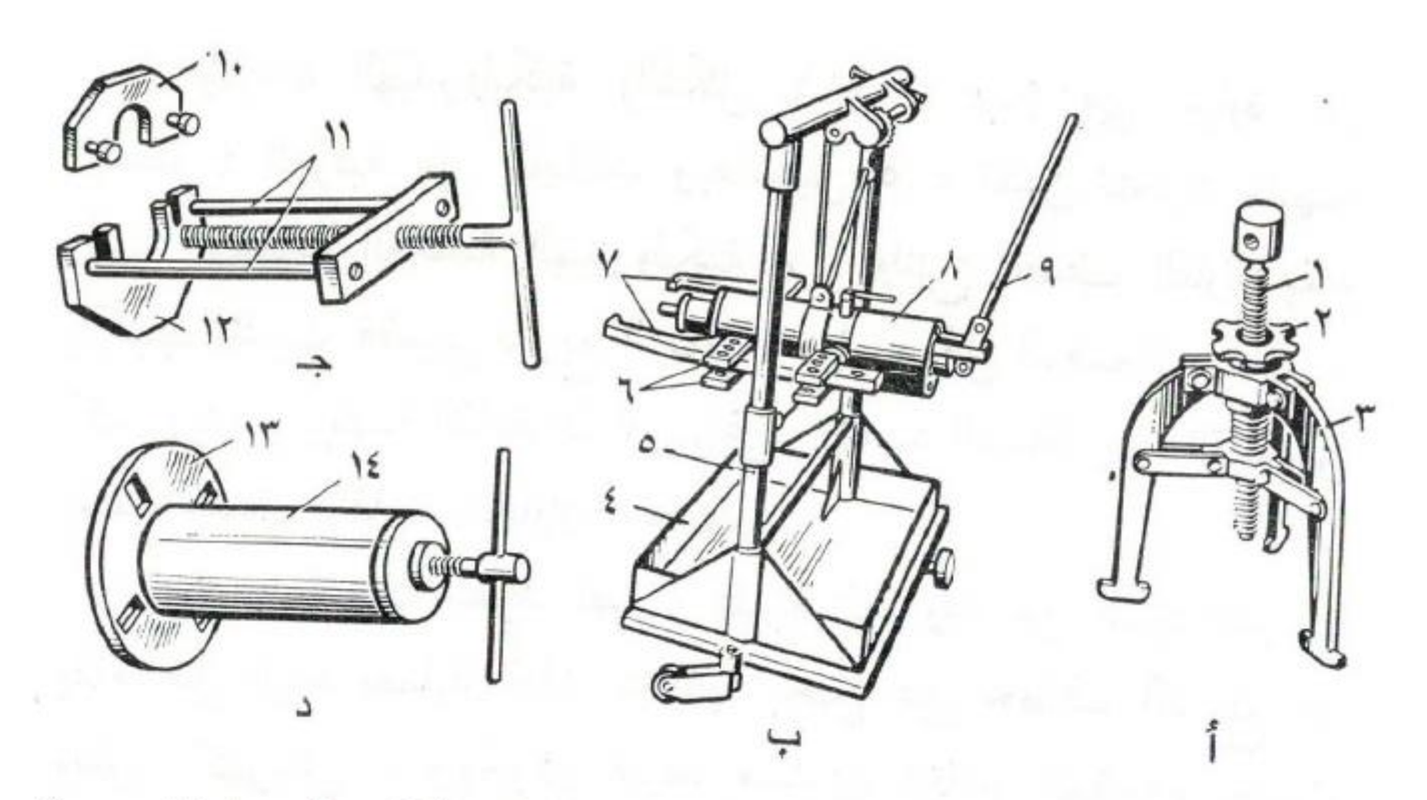
ويتوقف نظام فك كل مكنة كهربائية ماثلة للاصلاح على بنيانها وضرورة الحفاظ على الأجزاء الصالحة فيها ، واما مدى الفك فيحدد بحجم وطابع الاصلاح الماثل . واذا كانت المعاينة والاختبارات المسبقة تسمح بالحكم على طابع الاصلاح الماثل للمكنة الكهربائية ، فيجب قبل البدء بفكها التأكد من وجود المواد والاجزاء والقطع الاحتياطية المطلوبة للاصلاح ذات القياسات والماركات والمواصفات المناسبة .

ويتكون الفك الشامل للمكنة الكهربائية من مرحلتين اساسيتين : الفك العام ، حيث يجرى عنده فك المكنة حسب الوحدات التجميعية الرئيسية ، والفك المفصل ، حيث يجرى عنده فك الوحدات التجميعية للمكنة قطعة قطعة .

ويجرى ادناه وصف لتعاقب وطرق انجاز العمليات الاساسية لفك المحركات الكهربائية اللاتزامنية من السلسلة الموحدة ذات التصاميم الاكثر انتشارا . وتنطبق طرق فكها على معظم المكنات الكهربائية التى تنتج فى الوقت الحاضر والتى انتجت سابقا .

ويبدأ فك المكنات الكهربائية عادة بنزع انصاف القارنات عن عمود الدوران بواسطة نزاعة يدوية (ذات انفراج منظم لأذرع السحب) او هيدروليكية .

وتسمح النزاعة ذات الانفراج المنظم لأذرع السحب (الشكل ١١١ ، أ) بنزع (سحب) انصاف القارنات مختلفة الاقطار عن عمود الدوران . ويجرى انفراج وتثبيت اذرع السحب (طبقا لاقطار




الشكل ١١١ . نزاعات لرفع (تحرير) انصاف القارنات وكراسى التحميل الارجوحية عن اعمدة دوران المكنات الكهربائية :

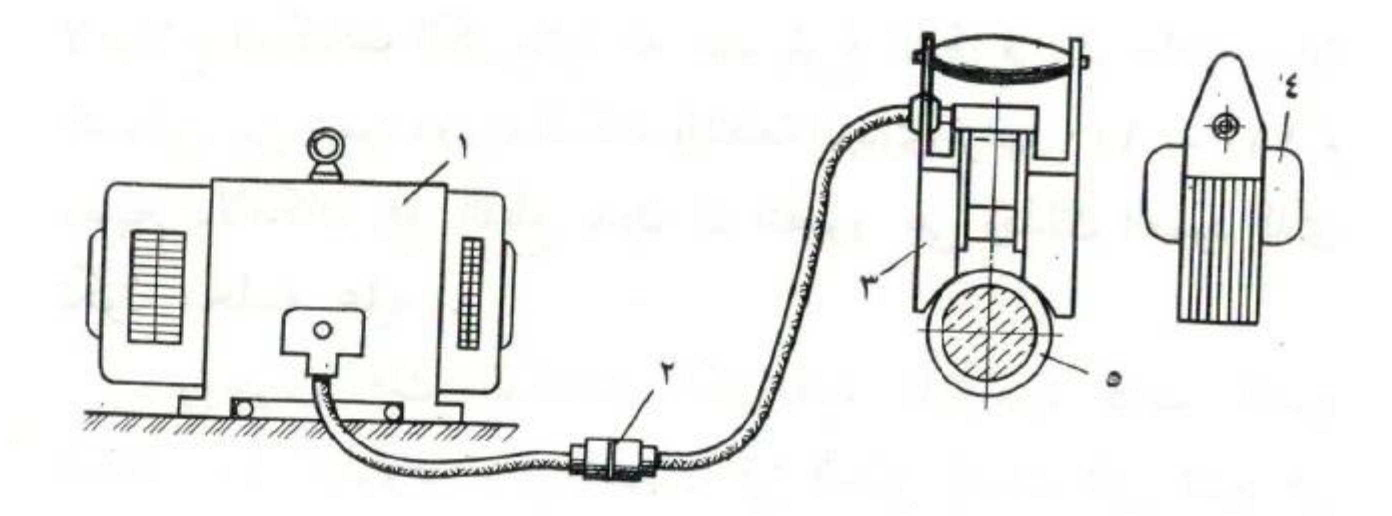
١ – نزاعة لولبية ذات انفراج منظم لاذرع السحب ، ب – نزاعة هيدروليكية ، ج – نزاعة لكراسى التحميل الارجوحية بالقبض على الكرسى ، د – نزاعة لكراسى التحميل الارجوحية بالقبض على أغطية او كبسولات الكرسى بواسطة براغى ؛ ١ – برغى دودى ذو رأس ، ٢ – صمولة ضبط ، ٣ – اذرع السحب (قوابض) ، ٤ – بسطة ، ٥ – قائمة ، ٦ – قضيبا توزيع الحمل ، ٧ – قوابض ، ٨ – مضخة نماطسة (مكبس هيدروليكى) ، ٩ – ذراع مكبس المضخة ، ١٠ – صفيحة مع مسامير وصل ، ١١ – صبالم ، ١٢ – لوحة ، ١٣ – قرص ، ١٤ – هيكل النزاعة

انصاف القارنات الجارى نزعها) بواسطة صمولة الضبط ٢ المركبة على المسمار المقلوظ ١ وتشكل قوة السحب الناشئة عن النزاعة اليدوية ٢٥ ـ ٣٠ كيلونيوتن . ان انتزاع انصاف القارنات بواسطة النزاعة اليدوية هو عبارة عن عملية ذات جهد عملى تتطلب قوى عضلية كبيرة ولذلك تستخدم نزاعة هيدروليكية لرفع انصاف القارنات التى لا ترضخ للنزع بالرافعة اليدوية وكذلك لرفع انصاف القارنات للمكنات الضخمة .

والنزاعة الهيدروليكية (الشكل ١١١ ، ب) هى عبارة عن البسطة ٤ المركبة على عجلات وبقائمتين ٥ ، اللتين تتحرك عليهما رأسيا المضخة الغاطسة الهيدروليكية ٨ . ولنزع نصف القارنة يقام بتركيب وتثبيت قضيبى توزيع الحمل ٦ على هيكل المضخة ببراغى ، كما ويثبت بينهما القابضان ٧ ببراغى. وتحدد المسافة بين القابضين بقطر نصف القارنة الجارى سحبها .

وللحيلولة دون سقوط نصف القارنة المنزوعة عن عمود الدوران يقام قبل البدء بعملية الفك بتعليقها بحبل على خطاف آلة رفع او ونش كهربائى . ويجرى ضبط مستوى ارتفاع المضخة بحيث يتطابق مركز المصد مع مركز عمود دوران المكنة واما القوابض فبحيث تطبق بمتانة على نصف القارنة فى مستوى الخط الافقى المار بمركز عمود الدوران . ويبدأ بعد هذا بتحريك الذراع ٩ للمضخة الغاطسة لاحداث الضغط اللازم للزيت داخل هيكلها . ويبدأ الغاطس الرئيسى مع الغواطس الجانبية للنزاعة بالحركة تحت ضغط الزيت وفى هذه الحالة يؤمن بفضل جهود الغواطس الجانبية القبض المتين على نصف القارنة واما جهد الغاطس الرئيسى فيؤمن بواسطته سحب نصف القارنة عن عمود المكنة الكهربائية . وتنجز عمليات رفع انصاف القارنات باستعمال النزاعة الهيدروليكية بـ ٥ ــ ٦ مرات اسرع من رفعها يدويا بالنزاعة اللولبية . وتستخدم النزاعات المشاهدة فى الشكل ١١١ ، ج ، د لرفع كراسى التحميل .

وغالبا ما تكون انصاف القارنات والبكرات والقطع الاخرى للتوصيل ولنقل الحركة مجلسة على عمود الدوران بمتانة زائدة (مع الشد) حيث يمكن تحقيق نزعها فقط بعد التسخين المسبق الذى يجرى بسخانات غازية او مصباح الغاز بحيث لا يفلح عمود




الشكل ١١٢ . مخطط وحدة لتسخين القطع الجارى نزعها عن عمود الدوران بتيار عالى التردد :

١ — مولد بقدرة ١٠ — ١٢ كيلوواط ، ٢ — مقلع مغناطيسى ، ٣ — ملف محاثة نقال ، ٤ — وشيعة ملف المحاثة ، ٥ — القطعة الجارى تسخينها

الدوران فى ان يسخن بشدة . ويعتبر التسخين المسبق للقطع الجارى نزعها عن عمود المحور بتيارات ذات تردد عالى بواسطة مولد وملف محاثة (الشكل ١١٢ ) هو الطريقة الأكثر كمالا . ويستخدم للتسخين المسبق مولد بتردد يبلغ ٤٠٠ — ٦٠٠ هيرتس وملف محاثة يتكون من قلب مجمع من صفائح الصلب الكهربائى الصناعى المدلفن على البارد بسمك ٠,٣٥ — ٠,٥ مم مع الوشيعة المجلسة عليها والملفوفة بسلك . ويخلق ملف المحاثة فى القطعة من الصلب الجارى تسخينها تيارات دوامة يتم بواسطتها تسخين القطعة الى درجة الحرارة المطلوبة . وتعتمد سرعة ودرجة حرارة التسخين على تردد التيار وقدرة المولد وكذلك على ابعاد وكتلة القطعة الجارى تسخينها .

ويجرى تحديد المواصفات الفنية اللازمة للمولد وملف المحاثة وكذلك درجة حرارة تسخين القطع الجارى نزعها بالحساب او بالتجربة ، اى انطلاقا من الخبرة . وقد اظهرت الممارسة العملية

لاصلاح المكنات الكهربائية انه عند بلوغ الفرق فى درجات حرارة التسخين بين عمود دوران المكنة والقطعة الجارى نزعها ١٠٠ — ١١٠°م يصبح بالامكان رفع القطع بدون ان تتضرر هى وكذلك العمود الذى تكون مجلسة عليه .

ويجرى فك المكنات الكهربائية اللاتزامنية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط والتى انتجت فى السابق وكذلك التى تنتج فى الوقت الحاضر والمكنات القريبة منها بالبنيان ولكن من مجموعات وتصاميم اخرى ، يجرى فكها حسب التعاقب التالى :

— ينزع غلاف المروحة الخارجية ومن ثم المروحة (وتكون موجودة فى المحركات الكهربائية المغلقة ذات التهوية الذاتية الخارجية) ؛

— تفك البراغى المثبتة للوحتى كراسى التحميل الامامية والخلفية على الهيكل الحامل (تقع الامامية فى الجهة المعاكسة لآلية الادارة وتقع الخلفية من جهة آلية الادارة) وكذلك البراغى المثبتة لغطاء كراسى التحميل الواقع من جهة آلية الادارة ؛

— ترفع اللوحة الخلفية بضربات الشاكوش الخفيفة خلال قطعة دق مطولة من الخشب او الالومنيوم او النحاس ؛

— يسحب العضو الدوار من العضو الساكن ، ولهذا الغرض يدفع بالعضو الدوار باتجاه اللوحة الامامية وتسحب اللوحة من القفل . ومن ثم يسحب العضو الدوار من العضو الساكن وهو مسنود ويراعى بان لا تتضرر الأجزاء الجبهية للملف والمروحة والقطع الاخرى ؛

— ترفع اللوحة الامامية عن كرسى التحميل للعضو الدوار المجلس على عمود الدوران بضربات الشاكوش الخفيفة خلال قطعة دق مطولة وذلك بالفك المسبق للبراغى المثبتة لغطاء كرسى التحميل ؛

وللمحرك ذى حلقات التلامس يقام مسبقا برفع غلاف حلقات التلامس ، وسحب الفراشى من مواسكها وفك البراغى المثبتة لجسم غلاف حلقات التلامس ومن ثم يرفع الغطاء ؛

– وترفع كراسى التحميل الارجوحية عن عمود الدوران بالنزاعة . وللمحركات ذات العضو الدوار الطورى يقام مسبقا برفع حلقات التلامس ، ولهذا الغرض يفك لحام القوامط التوصيلية عن نهايات اطراف الاخراج ، وتفك البراغى المثبتة لماسك طرف الاخراج (اذا وجد) وترفع من قناة عمود الدوران حلقة الايقاف . ويقام برفع كراسى التحميل فقط عند ضرورة استبدالها .

وعند رفع لوحات كراسى التحميل لمكنات ذات قدرة ٥٠ كيلوواط واكثر يقام بسحب اللوحات بانتظام بواسطة براغى العصر الى ان تخرج اللوحات من تجويف الهيكل الحامل . واذا لم ترتأى براغى العصر فى التصميم يجرى رفع اللوحات بوسائل نزع يدوية او هيدروليكية .

ويتغير وضع العضو الدوار بالنسبة الى وضع العضو الساكن بعد رفع احدى لوحات كراسى التحميل : يتخذ العضو الدوار وضعا مائلا (يحصل انحراف) ، ولذا يلزم قبل رفع اللوحة فى المكنات الضخمة وضع رافعة هيدروليكية تحت طرف عمود الدوران او تعليق العضو الدوار من طرف العمود بواسطة رافعة كهربائية وكذلك وضع حشوة من الكرتون الكهربائى على الجزء السفلى للتقوير وفقط بعد هذا يجرى تحرير طرف العمود من الرافعة الهيدروليكية او الكهربائية .

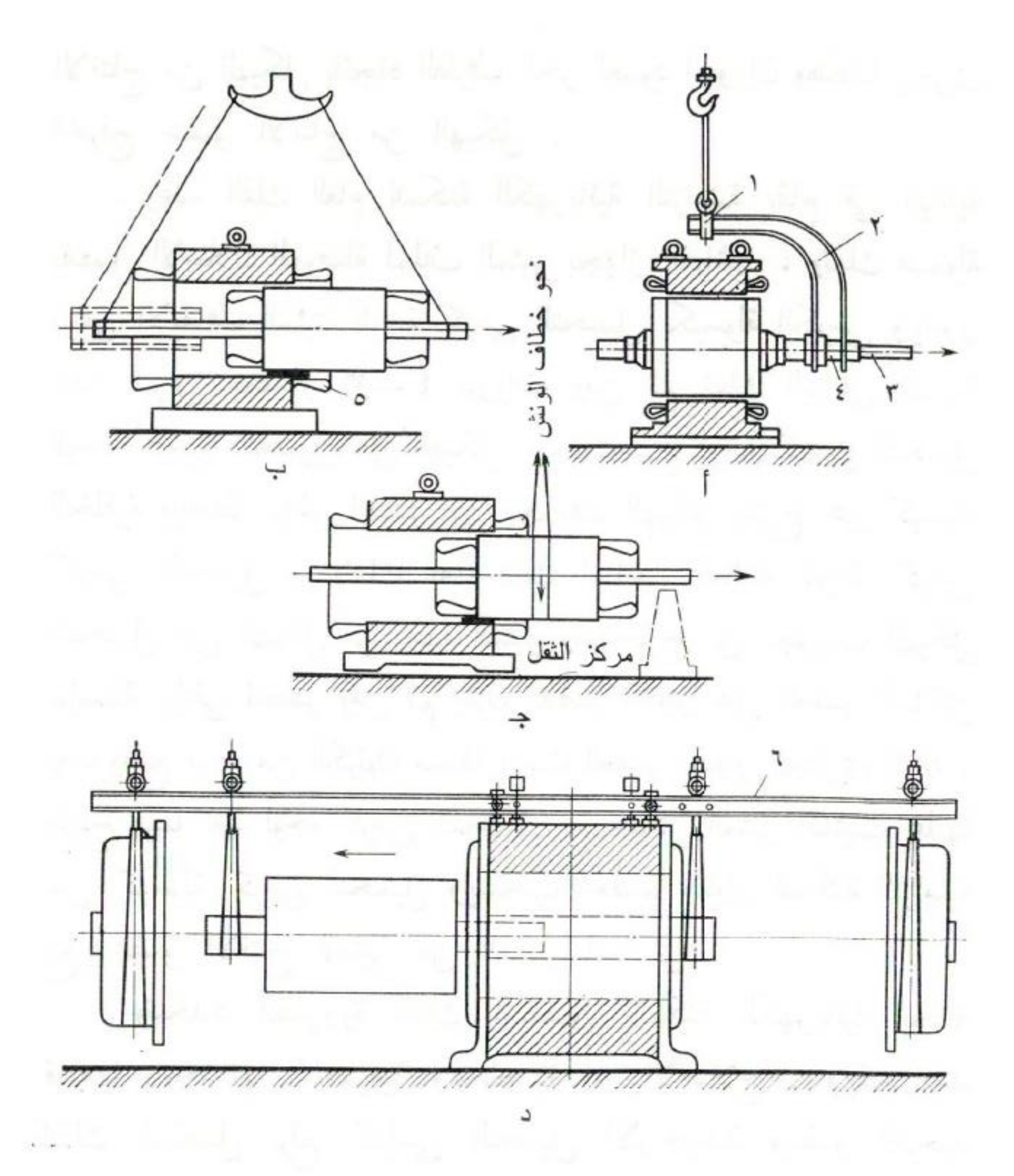
واهم عملية هى اخراج العضو الدوار من تجويف العضو الساكن وذلك لان تعرقل (اصطدام) العضو الدوار بالقلب او بملف

العضو الساكن قد يؤدى الى اضرار بالغة . وتبلغ كتلة الاعضاء الدوارة لبعض المكنات عدة مئات من الكيلوغرامات ولذا يلزم قبل البدء باخراج العضو الدوار تفقد وسائل الرفع واما العمل المتعلق باخراج العضو الدوار فيجب انجازه مع المراعاة الصارمة لقواعد السلامة المهنية المناسبة .

ويجرى اخراج الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج للمكنات ذات القدرة الصغيرة يدويا بدون استخدام اية اداة . ويتم تحقيق اخراج العضو الدوار (عضو الانتاج) من العضو الساكن باحدى الوسائل الظاهرة فى الشكل ١١٣، أ ـ د .

وعند الفك العام للمكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر يقام فى البداية برفع الاغطية عن علبة المآخذ والاطراف الجانبية للوحة كرسى التحميل الامامية ، وتفصل الاسلاك التى توصل مواسك الفراشى بوشيعة القطب الاضافى والاسلاك الموصلة لمواسك الفراشى بالملامسات فى علبة المآخذ ومن ثم تستخرج الفراشى من اوقاب مواسك الفراشى .

ولحماية عضو التوحيد من الاضرار الميكانيكية يقام بلفه بلوح من الكرتون يجرى تثبيته عليه برباطين من شريط الورق القطنى او من خيوط المصيص . وبعد ذلك تفك البراغى المثبتة للوحات كراسى التحميل على الهيكل ، وتركب براغى العصر وتشد فى ثقوب لوحات كراسى التحميل وتستخرج ثنايا اللوحات من تجويف الهيكل الحامل ، وفى الوقت نفسه يسند عضو الانتاج من طرف عمود الدوران للحيلولة دون اصطدام عضو الانتاج بالقطب السفلى للمكنة . وتزاح فيما بعد لوحات كراسى التحميل عن الكراسى نفسها ويدفع عضو




الشكل ١١٣ . طرق اخراج العضو الدوار (عضو الانتاج) من العضو الساكن :
أ – بواسطة قامطة ، ب – بقطعة مطولة من ماسورة سميكة الجدار ، جـ – بواسطة موازنة كتلة العضو الدوار (عضو الانتاج) ، د – بوسيلة خاصة مركبة على هيكل المكنة ؛ ١ – حلقة تعليق (عروة) ، ٢ – قامطة ، ٣ – ذيل ، ٤ – جولق ، ٥ – حشوة من الكرتون ، ٦ – عارضة بمقطع قناة

الانتاج من الهيكل باتجاه الطرف الحر لعمود الدوران وهكذا يجرى اخراج عضو الانتاج من الهيكل .

وعند الفك العام للمكنة الكهربائية التزامنية يقام فى البداية بفصل الاسلاك الموصلة لملف المثير بجهاز الفراشى ، وتفك صمولة برغى الايقاف المثبتة للوحة كرسى التحميل بكبسولة الكرسى ويدور هذا البرغى بمقدار ٣ – ٤ دورات ومن ثم تفك البراغى المثبتة للوحة كرسى التحميل على الهيكل ، وتستخرج لوحة كرسى التحميل الخلفية بواسطة براغى العصر من تجويف الهيكل وتنزع عن كبسولة كرسى التحميل . وتفك بعد ذلك البراغى المثبتة للوحة كرسى التحميل على الهيكل من جهة المثير وتستخرج من تجويف الهيكل بواسطة براغى العصر ومن ثم ينزل العضو الدوار على العضو الساكن بعد وضع لوح من الكرتون مسبقا تحت العضو الدوار الجارى انزاله . وتزاح فيما بعد لوحة كرسى التحميل مع هيكل المثير المثبت عليها عن كبسولة كرسى التحميل ويسحب العضو الدوار للمكنة التزامنية مع عضو الانتاج للمثير من العضو الساكن .

وتتحدد الضرورة للفك المفصل للمكنة الكهربائية بحالة قطعها ووحداتها التجميعية وبحاجتها الى الاصلاح . ويقام عند الفك المفصل برفع كراسى التحميل الارجوحية وعضو التوحيد وحلقات التلامس والمروحة ، وبطرد عمود العضو الدوار (عضو الانتاج) وكراسى التحميل الانزلاقية بالضغط . ويرد ادناه وصف لطرق انجاز مختلف اشكال الفك المفصل .

يتم تحقيق نزع كراسى التحميل الارجوحية عن عمود الدوران بواسطة النزاعات (انظر الشكل ١١١ ، جـ ، د) . وينبغى عند نزع كرسى التحميل عن عمود الدوران اتخاذ اجراءات الحيطة التى

تستبعد تضرر كرسى التحميل نفسه وعمود دوران المكنة . وفى معظم المكنات الكهربائية يكون تجليس كرسى التحميل على عمود الدوران منجزا بشد حلقته الداخلية ولذا يجب توجيه القوة عند نزع كرسى التحميل الى جانب هذه الحلقة . واما كراسى التحميل المجلسة على العمود بصعوبة كبيرة والتى لا تستجيب للنزع بالنزاعات اليدوية فيجرى رفعها بواسطة نزاعة هيدروليكية .

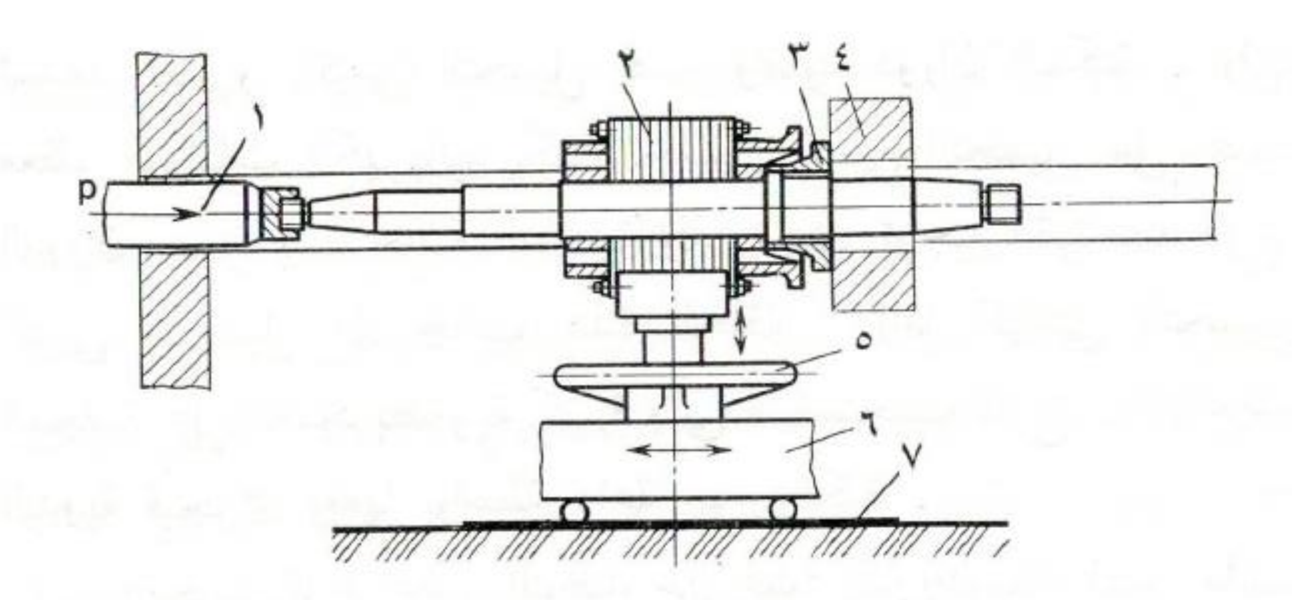
ويجرى نزع عضو التوحيد عن عمود الدوران بعد فصل ملف عضو الانتاج عن صفائح عضو التوحيد . وتسند اذرع السحب لتجهيزة النزع فقط الى جلبة عضو التوحيد او الى عناصر تثبيت الجلبة .

ويتم انجاز نزع حلقات التلامس عن عمود الدوران للعضو الدوار الطورى (بعد فصل اطراف اخراج الملف عنها) بواسطة نزاعات تشاهد فى الشكل ١١١ ، أ ، ب .

ويجرى نزع المروحة عن عمود الدوران عند ضرورة اصلاح او استبدال المروحة او عمود الدوران او الملف . وتنزع المروحة بالنزاعات العادية . وعندما تكون جلبة المروحة مجلسة بصعوبة (بالشد) يجرى تسخينها مسبقا .

ويتم انجاز طرد عمود الدوران بالكبس من قلب العضو الدوار (عضو الانتاج) عند ضرورة اعادة حشو القلب واصلاح عمود الدوران واستبداله . وتتطلب هذه العملية بذل جهود كبيرة ولذا يتم تحقيقها بواسطة مكابس هيدروليكية او رافعات . ويلزم عند طرد عمود الدوران (الشكل ١١٤) مراعاة المتطلبات التالية :

— يجب ان يكون سطح الارتكاز للمكبس متعامدا بدقة مع خط محور العمود ؛



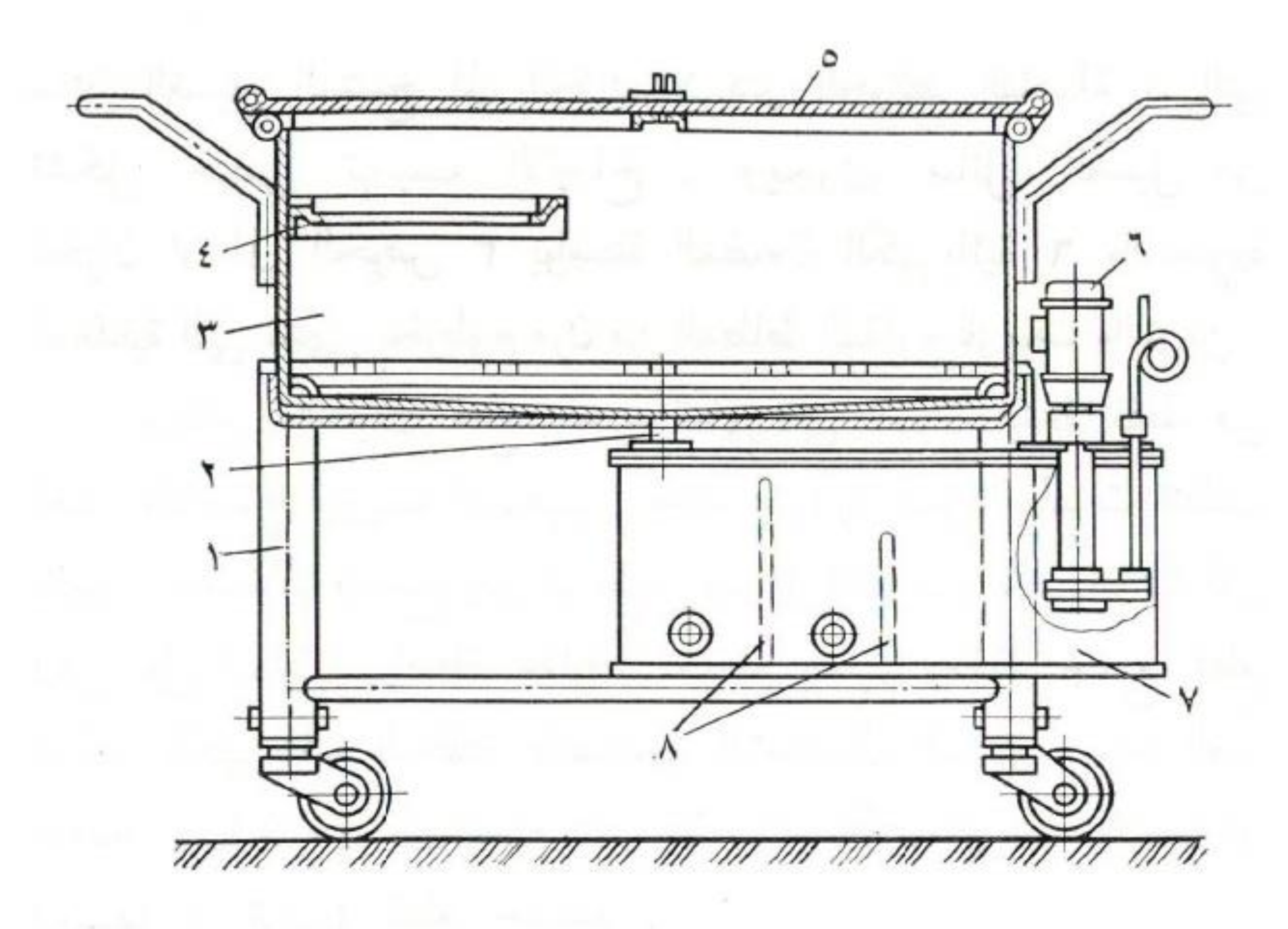

الشكل ١١٤ . مخطط طرد عمود الدوران من قلب العضو الدوار بالكبس :
١ و ٤ – ذراع وعارضة المكبس ، ٢ – قلب ، ٣ – جلبة ارتكاز ، ٥ – مقود ضبط ارتفاع قاعدة الارتكاز الرأسية ، ٦ – قاعدة ارتكاز متحركة ، ٧ – سكة حديد

– يجب ان يكون اتجاه قوى الطرد التى يشكلها المكبس متطابقا مع خط محور العمود ؛

– يجب ان ينتقل الضغط على القلب ذى الوردات الضاغطة من الحديد الزهر خلال جلبة ارتكاز قابلة للاستبدال .

ويجرى طرد كراسى التحميل الانزلاقية من الهيكل بواسطة مكبس رأسى عند استبدالها وعلى الاغلب عند ضرورة اعادة صب الحواضن . ويقام بطرد كراسى التحميل للمكنات الكهربائية ذات القدرة الصغيرة بضربات الشاكوش خلال قطعة دق خشبية مع الحرص على عدم الاضرار بهيكل كرسى التحميل .

وعند الاصلاح الشامل للمكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر غالبا ما يتطلب رفع الاقطاب الرئيسية والاضافية ، مثلا عند اصلاح الوشائع المتضررة او عند استبدال القطع العازلة او قطع التثبيت وعند حالات اخرى . وينبغى قبل نزع القطب فصل نهايات السحب والاسلاك التوصيلية عنه ومن ثم تحريره من قطع التثبيت




الشكل ١١٥ . مكنة غسيل نقالة

وبعد ذلك يرفع القلب مع مراعاة اجراءات الحيطة التى تستبعد سقوط القلب الجارى رفعه والاضرار بملفه وبملفات الاقطاب المجاورة فى المكنة .

ويقام بتنظيف كراسى التحميل الارجوحية والانزلاقية والمروحة وعمود الدوران وقطع اخرى من الجزء الميكانيكى للمكنة وغسلها بمواد الغسيل الاصطناعية ومسحها بفوط او خرق بالية . وتغسل القطع فى مكنة غسيل نقالة (الشكل ١١٥) ، تتكون من العربة ١ التى يركب على جزئها العلوى الحوض ٣ مع الشبكة واما على جزئها السفلى فيركب الخزان ٧ مع المضخة الكهربائية ٦ المركبة فيه . ويوجد على الجدار الجانبى للحوض الرف ٤ الذى يستخدم لوضع القطع الصغيرة الجارى غسلها عليه . ويكون الحوض مغلقا بالغطاء ٥ ؛ والماسورة المتفرعة ٢ ملحومة على قاع الحوض حيث يجرى بواسطتها تصريف

سائل الغسيل المتسخ الى الخزان ٧ ذى الحوائط الفاصلة ٨ التى تشكل حوض ترسيب الاوساخ . ويجرى سائل الغسيل من الخزان ٧ الى الحوض ٣ بواسطة المضخة الكهربائية ٦ والماسورة المعدنية التى تنتهى بخرطوم مرن من المطاط المقاوم للزيوت والبنزين .

ويقام بتنظيف قطع الجزء الكهربائى للمكنة بدقة فقط من الغبار والاوساخ وزيت التشحيم . وعند ضرورة غسل الملفات تنظف بالهواء المضغوط وتمسح ومن ثم تغسل بسوائل التنظيف الاصطناعية التى ترش على الملف بواسطة عفارة . ويقام بتعليم وحفظ جميع قطع المكنة الكهربائية المنظفة والصالحة للاستعمال المتكرر واما الغير صالحة منها فترسل الى اقسام عنبر الاصلاح الكهربائى لاصلاحها او ترميمها او تجهيز قطع جديدة .

وعند انجاز اعمال فك المكنة الكهربائية وتنظيف قطعها تنبغى مراعاة اجراءات السلامة والامان ضد الحريق بصرامة . ويجب استعمال الحبال وتجهيزات رفع الاحمال الصالحة التى تم فحصها فقط والملائمة لكتلة الحمل الجارى رفعه . وعند العمل باستعمال سوائل التنظيف السامة والسريعة الاشتعال من الضرورة اتخاذ اجراءات تستبعد التسمم بابخرتها والاشتعال عند تلامسها مع النار المكشوفة . وينبغى عند الفك استعمال ادوات وآليات صالحة فقط .

## البند ٤١ . اصلاح اعضاء التوحيد وجهاز الفراشى وحلقات التلامس

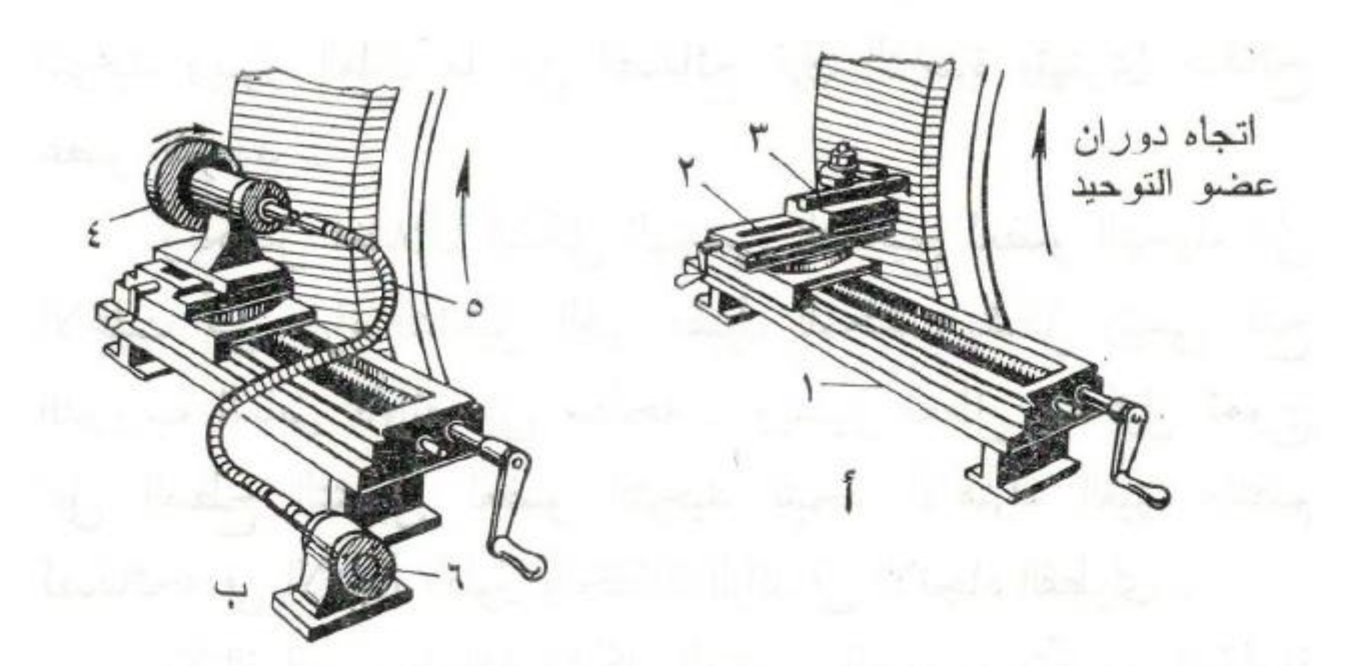
اعضاء التوحيد . يتضرر عضو التوحيد اكثر من غيره فى المكنات العاملة بالتيار المستمر اثناء التشغيل لمدة طويلة : حيث يختل شكله الهندسى الصحيح ويحصل تماس بين صفائح عضو

التوحيد ويبرز العازل ما بين الصفائح فوق الاخبرة وتهترئ صفائح عضو التوحيد .

ويحصل اختلال الشكل الهندسى الصحيح لعضو التوحيد على الاغلب من جراء التشغيل الغير مقبول للمكنة وبشكل رئيسى فتح الدروب السابق لاوانه على سطحه . ويتميز العطل بتشكيل تموج على السطح التشغيلى لعضو التوحيد نتيجة الاهتراء الغير منتظم لصفائحه فى الاتجاه الطولى والخفقان الزائد فى الاتجاه القطرى .

ولازالة العيب واعادة الشكل الهندسى الصحيح وتكوين الخشونة المطلوبة للسطح يقام بخراطة عضو التوحيد على مكنة الخراطة ومن ثم يجلخ ويصقل . وللحصول على الشكل الهندسى الصحيح تنبغى معايرة عمود الدوران باعناقه (عند تركيب عضو الانتاج على مكنة الخراطة) بدقة بواسطة ورنية قياس الارتفاع ومن ثم بالمؤشر . ويجرى جلخ عضو التوحيد عند التغذية الادنى (لا اكثر من ٠,٠٥ مم/دورة) بقواطع ذات شرائح من سبيكة صلبة وبسرعة قطع تعادل ١ — ١,٥ م/ثانية ولا تزيد عن السرعة الدائرية التشغيلية المقدرة لعضو التوحيد . وتنبغى عند الخراطة ازالة كمية من المعدن عن عضو التوحيد ما تكفى لازالة العيب الموجود .

وتفتح بانتهاء الخراطة دروب على عضو التوحيد ومن ثم يجلخ و يصقل . وفى الممارسة العملية للاصلاح تجرى الخراطة والجلخ بواسطة اجهزة نقالة (الشكل ١١٦ ، أ ، ب) حيث يدور عضو الانتاج للمكنة فى كراسى التحميل الخاصة به . وينجز جلخ عضو التوحيد عند سرعة الدوران المقدرة لعضو الانتاج . واما الصقل فينجز بواسطة القطع الخشبية من اصناف الاشجار الغير صمغية (الزان ، القيقب) التى تركب فى مواسك الفراشى بدلا من الفراشى ، بحيث

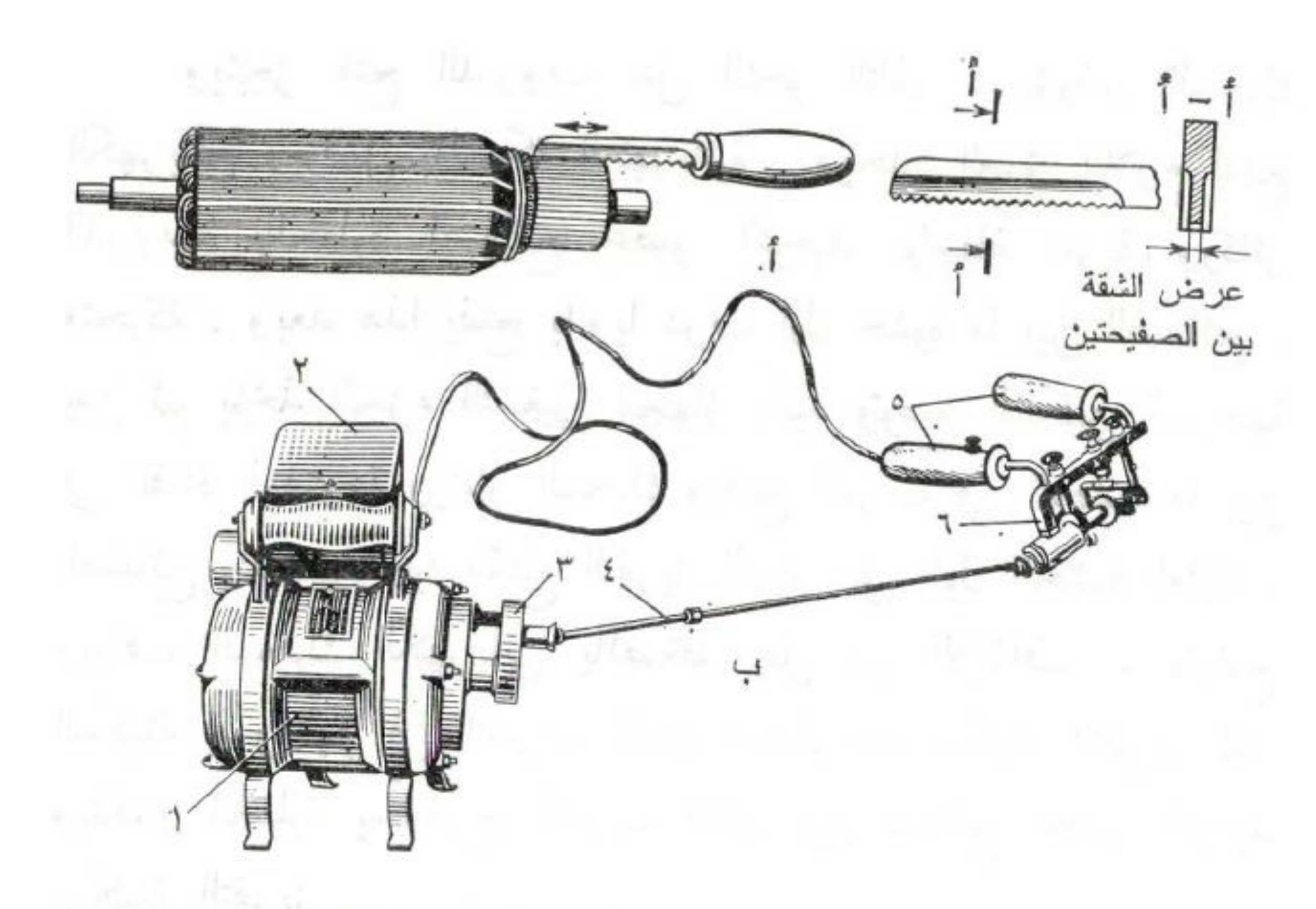



الشكل ١١٦ . اجهزة نقالة لخراطة (أ) وجلخ (ب) عضو التوحيد عند دوران عضو الانتاج للمكنة الكهربائية العاملة بتيار مستمر فى كراسى التحميل الخاصة به : ١ – قاعدة حاملة ، ٢ – عربة ، ٣ – قلم قطع ، ٤ – قرص من الكاربورندم (حجر جلخ من كربيد السيليكون) ، ٥ – عمود دوران مرن ، ٦ – محرك كهربائى

تقع اليافها بشكل متعامد مع عضو التوحيد . ويساعد الصقل على التكوين السريع للطبقة المتأكسدة («برنيق») على سطح عضو التوحيد ، اللازمة للتحويل الجيد للتيار الكهربائى .

ويختتم اصلاح عضو التوحيد بفتح الدروب ، الذى ينحصر فى قطع العازل الميكانيتى ما بين الصفائح بعمق ٠,٥ — ١,٥ مم تبعا لقياسات عضو التوحيد .

وعندما يكون عدد المكنات العاملة بالتيار المستمر قليلا ، يجرى فتح الدروب لاعضاء التوحيد بواسطة قاطعات يدوية (الشكل ١١٧ ، أ) مزودة بشريط منشار معادن ، واما فى مؤسسات الاصلاح فيجرى فتح الدروب بواسطة تجهيزة نقالة خاصة للاستخراج الممكن للعازل ما بين الصفائح (الشكل ١١٧ ، ب) وتتكون من محرك كهربائى وجزء تشغيلى بسكين تفريز . ويكون المحرك الكهربائى




الشكل ١١٧ . ادوات لفتح الدروب فى اعضاء التوحيد للمكنات العاملة بالتيار المستمر :

أ – قاطعة يدوية ، ب – تجهيزة نقالة للاستخراج الممكنن للعازل ما بين صفائح عضو التوحيد ؛ ١ – محرك كهربائى ، ٢ – جهاز بدء (مقلع) مغناطيسى ، ٣ – مخفض سرعات ، ٤ – عمود كردان (وصلة متحركة) ، ٥ – مقابض ، ٦ – الجزء التشغيلى

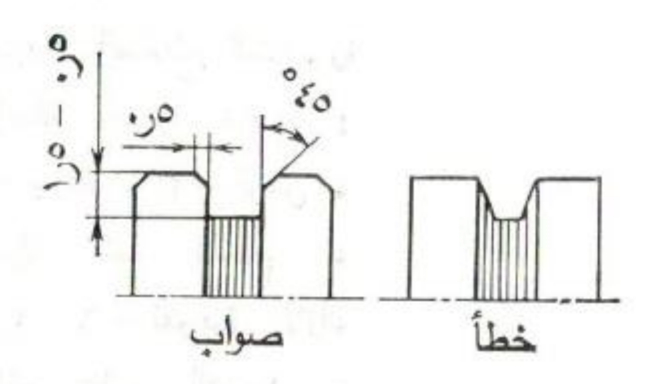
١ ذو القدرة البالغة ٠,٢٥ كيلوواط مزودا بمخفض سرعات ٣ بنسبة نقل الحركة ١ : ٣ . ويتم التحكم فى المحرك بواسطة جهاز بدء (مقلع) مغناطيسى ٢ الذى يقع زر التشغيل والايقاف له على المقبض الايمن ٥ للجزء التشغيلى ٦ . ويكون الجزء التشغيلى مزودا بتدريج مئوى لتركيب سكاكين التفريز القرصية حسب مقدار المقياس والخطوة لصفائح عضو التوحيد ، وكذلك بترس متحد بالمركز يسمح بضبط عمق الدرب (القناة) . ويتم فتح الدرب فى العازل بسكينة تفريز ذات دوران يسارى وبسمك مناسب .

وينجز فتح الدروب على النحو التالى : يؤرض المحرك الكهربائى ويوصل بالشبكة الكهربائية . ويحدد العمق اللازم لفتح الدروب والخطوة لصفائح عضو التوحيد بواسطة عربة وركائز متحركة . وبعد هذا يفتح يدويا درب اول حشوة ما بين الصفائح . ومن ثم يؤخذ الجزء التشغيلى للجهاز باليد وتوضع السكين الموجهة فى القناة المفتوحة ويدار المحرك ويفتح الدرب فى الحشوة ما بين الصفائح وذلك بتوجيه مقطع التفريز الدوار على طول الحشوة العازلة . ويوقف المحرك الكهربائى بالضغط على زر الايقاف ، وتوضع السكينة الموجهة فى الدرب الذى استخرجته سكينة التفريز للتو وبتكرار العملية يستخرج الدرب التالى بين صفائح عضو التوحيد بسكينة التفريز .

وتستخدم التجهيزة النقالة لفتح الدروب فى عازل عضو التوحيد بشكل واسع فى الممارسة العملية للاصلاح ، لأن استخدامها يخفض من جهد العمل المبذول على هذه العملية بست مرات بالمقارنة مع انجاز هذه الاعمال يدويا كما ترتفع جودة فتح الدروب .

وعند مباشرة العمل لفتح الدروب ، يجب التيقن من صحة اتجاه دوران سكينة التفريز (بواسطة مؤشر مثبت على هيكل التجهيزة) ومتانة تثبيتها . وينجز العمل لفتح الدروب باستعمال نظارات واقية ولباس تكون اكمامه مربوطة عند المعصمين .

ويقام بانتهاء فتح الدروب بمعالجة حواف صفائح عضو التوحيد بمبرد (تزال النتوءات) وتشطف بزاوية ٤٥° كما هو ظاهر فى الشكل ١١٨ . وفى بعض الحالات قد تصبح صفائح عضو التوحيد متضررة جدا لدرجة يصبح معها الاستخدام اللاحق لها مستحيلا بدون استبدالها . ومن اكثر الاسباب فى تضرر عضو



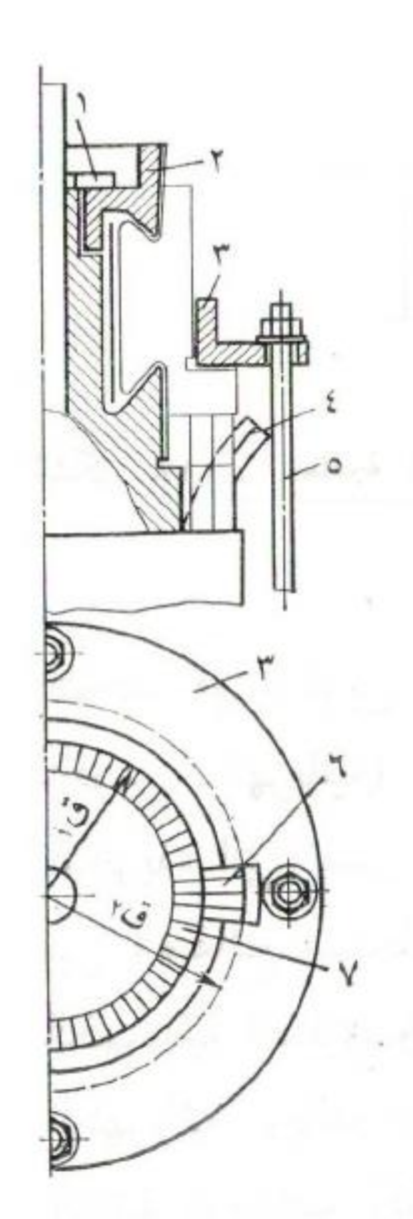

الشكل ١١٨ . معالجة الصفائح واستخراج العازل ما بين الصفائح عند فتح دروب في عضو التوحيد

التوحيد هو تكوين العديد من التفريغات الكهربائية على سطحه (اقواس كهربائية) والمنتشرة على طول السطح والمكونة لـ «النار الدائرية» التى تفسر بالفلطية العالية جدا (عادة اكثر من ٢٠ فلط) بين الصفائح المتجاورة لعضو التوحيد . ان شدة تكوين التفريغات الكهربائية الصغيرة والتحول الى نار دائرية تكون مرهونة بابعاد المكنة الكهربائية وبالدرجة الاولى بقدرتها وبالمقاومة الفعالة وبالتأثيرية الذاتية للوحدات وكذلك بسرعة دوران عضو الانتاج .

ان تكوين النار الدائرية فى المكنات ذات القدرة الصغيرة يؤدى الى ظهور آثار اسوداد على سطح عضو التوحيد واما فى المكنات الكبيرة فتظهر اقواس قصيرة قوية تسبب انصهارا جزئيا لحواف الصفائح المتجاورة وتكوين حروق نافذة (فوهات) باعماق تصل الى ٢ مم .

وعند اصلاح المكنات الكهربائية العاملة بالتيار المستمر يسمح باستبدال ما يبلغ الخمس صفائح لعضو التوحيد للمكنة الجارى اصلاحها . ويجرى استبدال الصفائح المتضررة بواسطة ادوات خاصة مع مراعاة الاجراءات التى تضمن الحفاظ على تراص عضو التوحيد وشكله الهندسى .

الشكل ١١٩ . استبدال الصفائح المتضررة لعضو التوحيد بواسطة تجهيزة خاصة :
١ – صمولة ، ٢ – وردة ، ٣ – قرص ، ٤ – اسلاك مفصول عنها اللحام ، ٥ – صبلمة شد ، ٦ – تقويرة لازالة الصفائح ، صفائح عضو التوحيد ؛ ق١ و ق٢ – قطر عضو التوحيد وقطر الاعناق

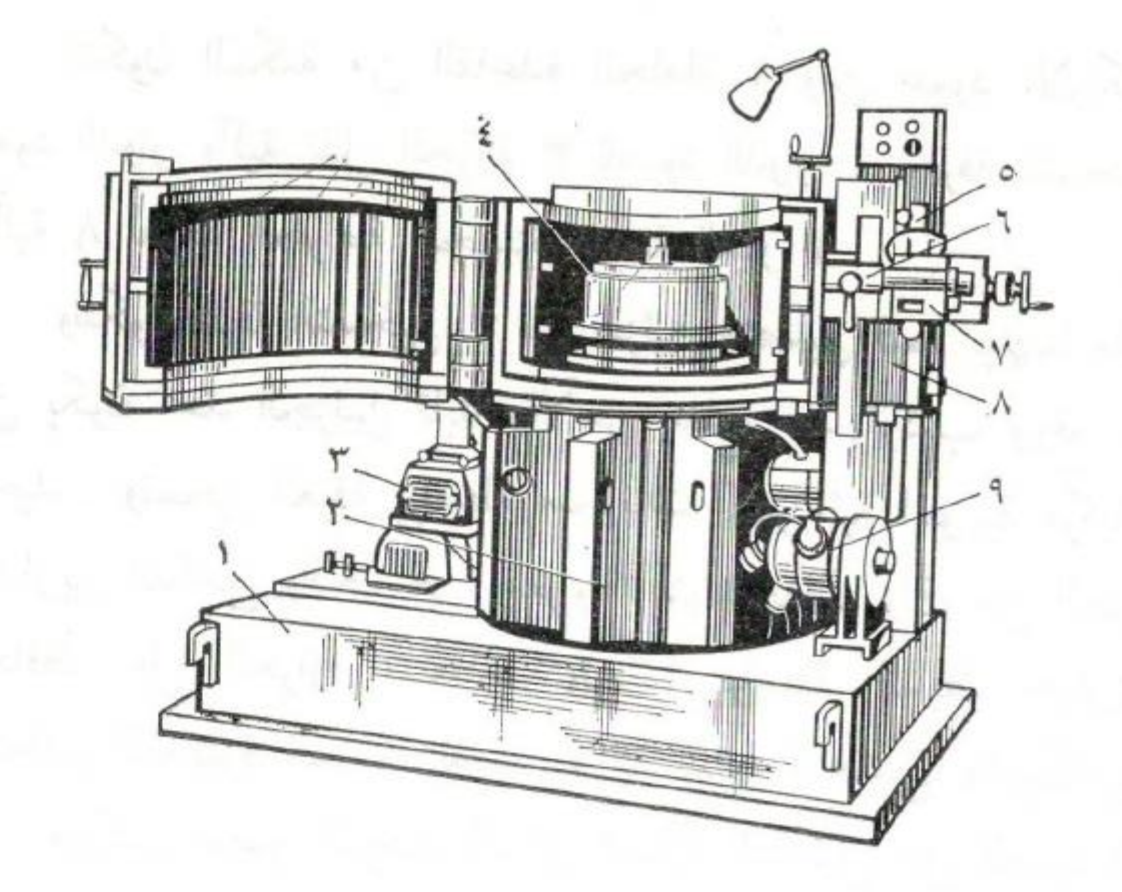



وتستبدل الصفائح المتضررة بواسطة تجهيزة (الشكل ١١٩) على النحو التالى :

يرفع الرباط ويفصل لحام اسلاك ملف عضو الانتاج عن الاعناق ويفصل لحامها بحيث لا تعرقل العمليات اللاحقة للاصلاح. ويركب قرص الاصلاح ٣ للتجهيزة الذى توجد فيه تقويرة خاصة ٦ والتى يتساوى قياسها مع قياس الصفائح الواقعة بجانبها والماثلة للاستبدال ؛ يركب القرص ويثبت بصبالم الشد ٥ ، بحيث تقع تقويرته قبالة الصفائح الجارى استبدالها . وترفع فيما بعد الحلقة الضاغطة (الوردة ٢) والكم الميكانيتى * لعضو التوحيد وتزاح الصفيحة بواسطة ازميل وشاكوش باتجاه خط محور عضو التوحيد الى خروج «ذيلها» من البروز المخروطى للجلبة ومن ثم تحرك الصفيحة فى الاتجاه الشعاعى (الخط نصف قطرى) وتستخرج من عضو التوحيد .

---

* يجرى تسخين عضو التوحيد الى ٧٠ – ٨٠° م وذلك لتسهيل رفع الكم الميكانيتى .




الشكل ١٢٠ . مكنة للتشكيل الديناميكى لاعضاء التوحيد :
١ – قاعدة حاملة ، ٢ و ٣ – عمود ارتكاز وآلية نقل الحركة للعمود الدوار ،
٤ – غرفة تسخين ، ٥ – برغى تحريك ، ٦ – رأس تدوير ، ٧ – عربة ،
٨ – آلية عربة الخراطة ، ٩ – تجهيزة ماصة للغبار

ويجب تجهيز الصفائح الجديدة من نفس المواد وان يكون لها نفس القطاع والابعاد تماما مثل الصفائح المتضررة الجارى استبدالها . وتجمع الصفائح وتكبس مسبقا مع العازل الميكانيتى وببعضها البعض ومن ثم تركب فى عضو التوحيد .

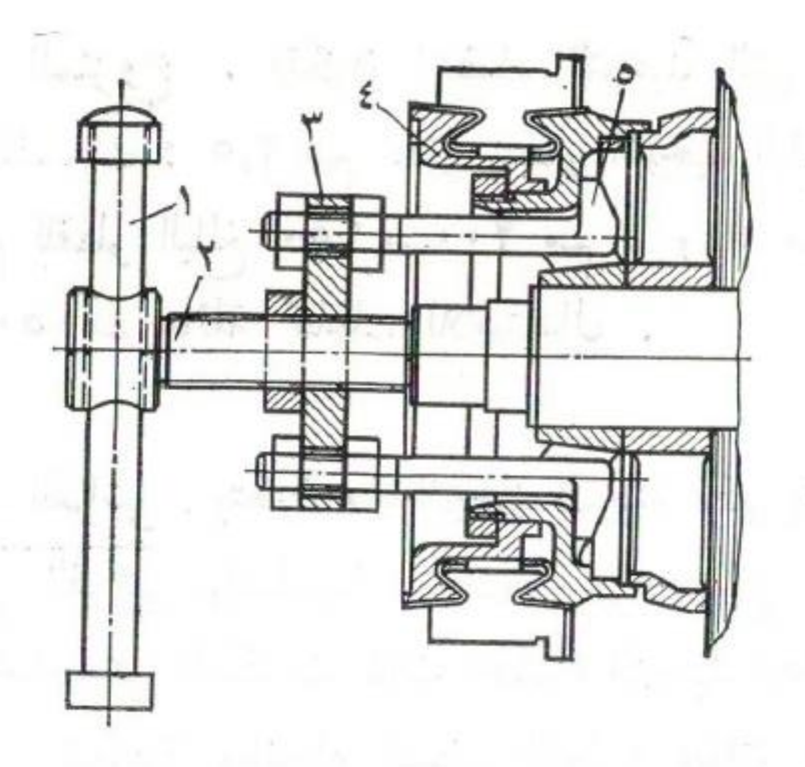
ويجرى تجميع عضو التوحيد فى تعاقب معاكس للفك . ويقام بعد الاصلاح مع استبدال صفيحة واحدة او عدة صفائح بتشكيل عضو التوحيد . وتستخدم فى مصانع الاصلاح الكهربائى الضخمة المزودة جيدا بالمعدات مكنات خاصة (الشكل ١٢٠) للتشكيل الديناميكى لاعضاء التوحيد .

تتكون المكنة من القاعدة الحاملة ١ ومن عمود الارتكاز ٢ للعمود الدوار وآلية نقل الحركة ٣ للعمود الدوار ، وغرفة التسخين ٤ والآلية ٨ لعربة الخراطة وتجهيزة ماصة للغبار ٩ .

وتتكون غرفة التسخين ٤ من جزئين متصلين فيما بينهما مفصليا حين يكون احد الجزئين ثابتا والآخر ينفتح عند تركيب ورفع عضو التوحيد . وتسخن الغرفة بواسطة سخانات كهربائية انبوبية مركبة بين الجدارين الداخلى والخارجى ومعزولة عنهما بعازل واق من الحرارة . ويحافظ على الحرارة المقدرة اوتوماتيا بواسطة ضابط حرارى . وتستخدم التجهيزة الماصة للغبار لازالة النثار النحاسى والميكانيتى .

ويركب عضو التوحيد الماثل لعملية التشكيل على العمود الدوار ويثبت بصمولة . ويدار العمود الدوار بواسطة محرك كهربائى خلال ناقل حركة بالسيور ذى المقطع الاسفينى .

وتوجد لعربة الخراطة المخصصة لخراطة شريط (حزام) المراقبة حركتا تغذية تشغيليتان : حركة طولية – اى انتقال رأسى على القوائم الموجهة بواسطة برغى التحريك ٥ وحركة عرضية – اى انتقال افقى على موجهات العربة ٧ . ويكون رأس التدوير مركبا على العربة وله ماسكان – احدهما لتثبيت قلم القطع لخراطة الشريط (الحزام) والآخر للمجس اللاتلامسى (جهاز تحسس عن بعد) لاقامة رقابة الشكل الهندسى لعضو التوحيد (لا يظهر فى الشكل). وتحرك عربة الخراطة يدويا عند خراطة الشريط بواسطة مغذى لولبى . وفى هذه الحالة ينغرس قلم القطع فى عضو التوحيد الى عمق معين . وتحصل عربة الخراطة مع قلم القطع على التغذية الطولية من المحرك الكهربائى خلال مخفض السرعات وزوج من المسننات المخروطية وناقل حركة دودى وبرغى تحريك . وتوجد لعربة الخراطة حركة طولية معجلة تتحقق




**الشكل ١٢١ . تجهيزة لنزع عضو التوحيد عن عمود دوران عضو الانتاج :**
**١ – ملوى ، ٢ – برغى لولبى ، ٣ – قرص ، ٤ – عضو توحيد ، ٥ – خطاف**

بواسطة القارنة السباقة ، التى تحصل على الدوران من المرحلة الاولى لمخفض السرعات عند توصيل القارنة المغنطيسية الكهربائية .

ويتم عند استعمال المكنة ضمان الجودة العالية لتشكيل عضو التوحيد والثبات التشغيلى لعمل المكنة الكهربائية .

ويقام عند العدد الكبير من الصفائح المتضررة بنزع عضو التوحيد عن عمود الدوران بواسطة تجهيزة (الشكل ١٢١) ، بعد فصل نهايات ملف عضو الانتاج عن الصفائح او الاعناق مسبقا . ويقام لنزع عضو التوحيد بادخال ستة خطاطيف ٥ فى قنوات التهوية لعضو التوحيد ٤ وتدار الى زاوية ٩٠° ، كى تلتف على هيكل عضو التوحيد . وتكون اطراف الخطاطيف مركبة فى ثقوب القرص ٣ . ويكون مركز القرص مقلوظا لتركيب البرغى اللولبى ٢ فيه . وعند تدوير البرغى اللولبى بالملوى ١ ينسحب عضو التوحيد عن عمود عضو الانتاج . ويركب عضو توحيد جديد من انتاج المصنع

عوضا عن المنزوع . وتكون اعضاء التوحيد التى يشكل اهتراء صفائحها بالسمك : ٢,٥ مم لقطر عضو التوحيد البالغ ١٠٠ مم ، و ٣,٥ مم للقطر البالغ ١٥٠ — ٢٠٠ مم ، و ٥ مم للقطر البالغ ٢٥٠ — ٥٠٠ مم ماثلة كذلك للاستبدال .

جهاز الفراشي . يتكون هذا الجهاز للمكنة الكهربائية من مواسك الفراشى مع الفراشى واصابعها المجمعة على موزع حمل دوار . ويستخدم اساسا فى المكنات ذات اعضاء التوحيد نوعان من مواسك الفراشي : شعاعية (باتجاه نصف القطر) ونفاثة (مائلة) .

وتتميز مواسك الفراشى الشعاعية (انظر الشكل ١٠٧ ، ب) بان خط محور فرشاتها موجه حسب اتجاه نصف قطر عضو التوحيد . ويتشكل الضغط على الفرشاة ٥ بالزنبرك ٣ حيث ينتقل خلال الذراع ٢ والزنبرك ٨ الذى يعمل كمصد . ويكون طرف الزنبرك ٨ العلوى موصولا بمفصلة مع الذراع ٢ واما الكعب الخزفى ٧ فيكون مركبا على طرفه السفلى بواسطة تسنينة قلاووظ ويدخل فى التجويف المثقوب فى الفرشاة ٥ .

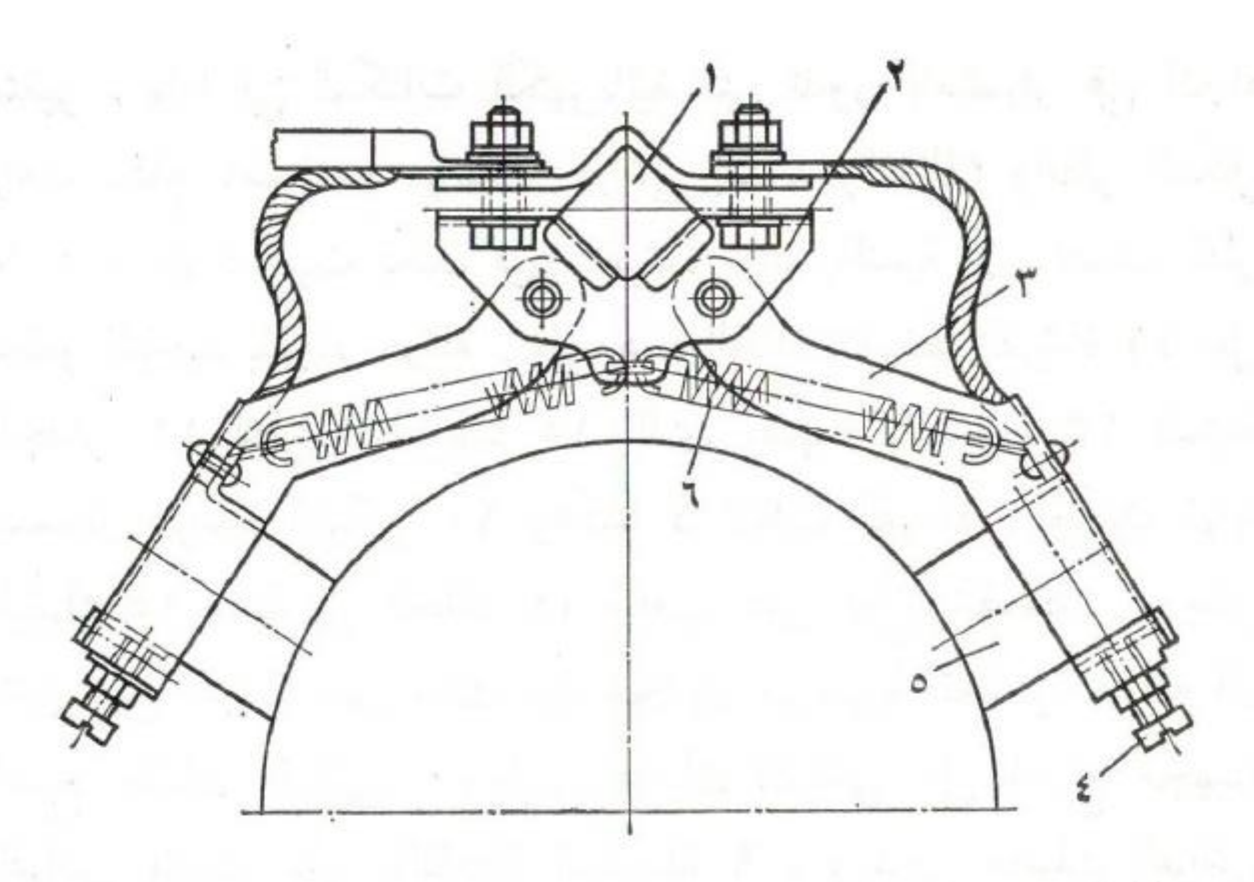
ويحول الكعب الخزفى دون انتقال التيار خلال الزنبرك من الصلب حيث كان من الجائز ان يتسبب فى تسخين الزنبرك والاخلال بمرونته نتيجة تطرية الصلب . وتكون الفرشاة مركبة فى الظرف ٦ المشكل بالصب من النحاس الاصفر والمثبت على الهيكل ٤ لحامل الفراشى ، الذى هو عبارة عن علبة مشكلة بالختم من الصلب الصفائحى . وتثبت نهاية اصبع الفرشاة فى قامطة موزع الحمل .

وتستخدم مواسك الفراشى الشعاعية فى المكنات الكهربائية العاملة فى نظام العكوس ، حيث يدور عضو الانتاج باتجاه دوران

متغير . واما فى المكنات الكهربائية التى تدور باستمرار فى اتجاه واحد فيقام باستخدام مواسك الفراشى النفاثة (المائلة) (انظر الشكل ١٠٧ ، د) ، حيث تكون فيها الفرشاة مائلة بالنسبة الى نصف قطر عضو التوحيد باتجاه حركته . وفى هذه الحالة تنضغط الفرشاة ١١ على الجدار ١٢ للظرف بالزنبرك ١٥ الذى يضبط بالمسننة ١٣ المثبتة بمسمار الوصلة الزنبركى ١٠ وهكذا لا تنقلب الفرشاة . وتكون نهاية الزنبرك ١٥ مثنية فى الحلقة ١٤ وتلعب دور ذراع الضغط . وينقل التيار عن الفرشاة عبر سلك مرن مجدول من خيوط نحاسية دقيقة الى اصبع ماسك الفراشى . ويلبس ماسك الفراشى على اصبع تجهيزة الفراشى وتثبت عليه بالقامطة المفصلة ٩ . ويدعى ماسك الفراشى هذا بالنفاث وذلك لان الفرشاة تقع تحت تأثير ردود فعل قوتين .

وتستخدم فى المكنات الكهربائية التزامنية واللاتزامنية مواسك فراشى ذات مشدات حيث لا تنزلق فراشيها فى الظرف بل تكون مشدودة فى هيكل ماسك الفراشى وعند الاهتراء تهبط الفراشى معه . وقد يكون هيكل ماسك الفراشى منجزا من قطع مشكلة بالختم بدون معالجة ميكانيكية .

وغالبا ما تنجز مواسك الفراشى ذات المشدات ، (الشكل ١٢٢) وهى مزدوجة ــ حيث تقع على الاصبع الواحد ١ وعلى كل حلقة تلامس فرشاتان ٥ . وتكون كل فرشاة مشدودة ببرغى الايقاف ٤ فى الهيكل ٣ لماسك الفراشى وتنضغط على حلقة التلامس بالزنبرك ٦ . وتكون هياكل مواسك الفراشى موصولة مع القامطة ٢ مفصليا . ومع اهتراء الفراشى وحلقات التلامس لا تتغير قيمة ضغط الفرشاة على حلقة التلامس ، وذلك لانه مع تقليل طول ذراع الزنبرك تزداد قوة ضغط الزنبرك .

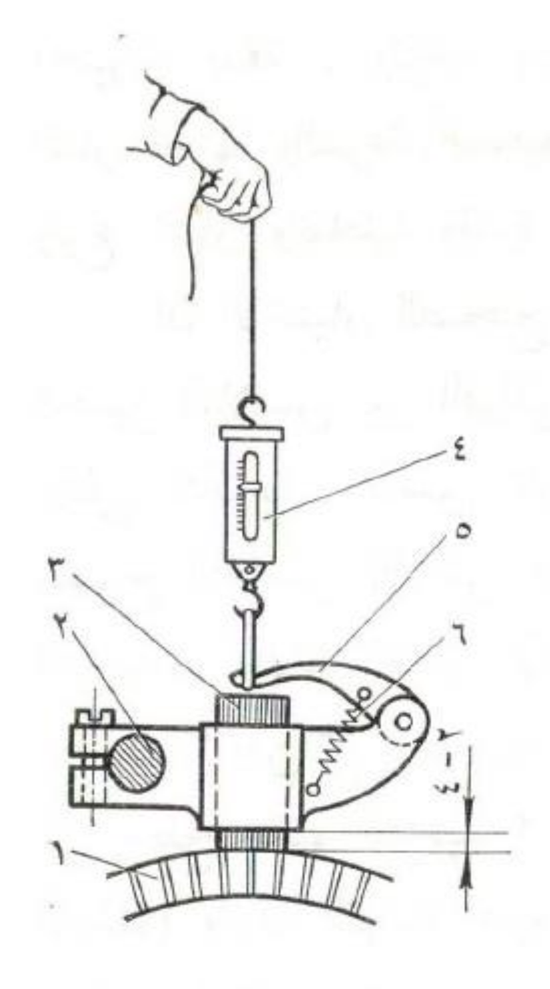



الشكل ١٢٢ . ماسك فراشي ذو مشد للمكنات التزامنية واللاتزامنية

ويقام فى المكنات العاملة بالتيار المستمر بتوزيع الفراشى على طول دائرة عضو التوحيد بجانبها الضيق لكون قيمة تغطية صفائح اعضاء التوحيد محدودة . وفى المكنات اللاتزامنية يجرى توجيه الفراشى بجانبها الضيق على طول حلقات التلامس وبفضل ذلك يقلل من عرضها . وتكون مواسك الفراشى ذات الاستقطاب المتشابه فى المكنات العاملة بالتيار المستمر مثبتة على الاصبع المعدنى الغير معزول ، واما فى المكنات اللاتزامنية فتثبت مواسك الفراشى لحلقات التلامس التابعة لاطوار مختلفة على اصبع معزول .

ان اكثر ما تصادف عند اصلاح المكنات الكهربائية هى اعطال ماسك الفراشى مثل ارتخاء الزنبركات او الانصهار او الاهتراء الميكانيكى .

ويزال ارتخاء زنبركات ماسك الفراشى وبالتالى انخفاض الضغط على الفرشاة بواسطة ضبط الزنبركات واما عند انتفاء هذه الامكانية فيقام




الشكل ١٢٣ . فحص قيمة ضغط زنبرك ماسك الفرشاة :
١ – عضو التوحيد ، ٢ – ماسك الفرشاة ، ٣ – فرشاة ، ٤ – دينمومتر ، ٥ – اصبع ضاغط ، ٦ – زنبرك

باستبدال الزنبرك المعطوب بآخر جديد من انتاج مصنعي . وتفحص قيمة ضغط زنبرك ماسك الفراشي بعد الضبط او الاستبدال باكثر الطرق توفرا والتي ترى في الشكل ١٢٣ . وتتوقف قيمة ضغط الفراشي على نوعها وبنيان المكنة وغيرها .

وتحدد قيمة ضغط الفراشي ٣ على عضو التوحيد كما يلي : يوضع تحت الفرشاة على عضو التوحيد شريط من الورق (او الورق المفضض) ومن ثم وفي آن واحد يشد الخيط المربوط بخطاف الدينمومتر بيد واحدة واما شريط الورق فيسحب باليد الاخرى وتلاحظ قراءة مؤشر الدينمومتر في تلك اللحظة التي يمكن فيها سحب الورقة بسهولة من تحت الفرشاة . ويحدد الضغط النوعي كحاصل قسمة القيمة المقروءة على الدينمومتر بالغرامات على مساحة المقطع العرضي للفرشاة بالسنتيمترات المربعة . ولا يجب ان يزيد الانحراف في قيمة ضغط بعض فراشي القطب الواحد للمكنة العاملة بالتيار المستمر عن ١٠٪ . ويجب ان تكون جميع الفراشي الجاري تركيبها على المكنة التي تم اصلاحها من نوع واحد .

وتختار انواع الفراشي طبقا لتعليمات المصنع المنتج ، حيث ان كل طراز مكنة يقوم المصنع بانتاجه يكون مع انواع فراشي

اختيرت بدقة . وتؤخذ بعين الاعتبار عند اختيار الفراشي كثافة التيار تحتها والسرعة المحيطية لعضو التوحيد او لحلقات التلامس ونوع التيار والفلطية وقدرة المحرك الكهربائي ونظام عمله .

ان الاختيار الصحيح للضغط النوعي ونوع الفراشي يساعد على تحسين التلامس بين الفراشي وعضو التوحيد ، غير ان هذا وحده لا يكفي لتكوين تلامس ثابت وجيد . اذ من الضروري ان تكون سطوح التلامس للفراشي ممسوحة (مسنفرة) بدقة نحو سطح عضو التوحيد . ولهذا الغرض تركب الفرشاة ٣ (انظر الشكل ١٢٣) في الماسك ٢ ومن ثم يوضع بعد رفع الفرشاة قليلا شريط من ورق زجاجي على سطح عضو التوحيد ١ (على ان يكون السطح الحاك موجها نحو الفرشاة) وتنزل الفرشاة عليه . ويستخدم لسنفرة الفراشي فقط ورق زجاجي ذو حبيبات صغيرة. ومع ضغط الورق الزجاجي على سطح عضو التوحيد ومسكه من طرفيه يسحب من وضع طرفي واحد الى آخر حتى يتم مسح الفرشاة . وبعد مسح كل فرشاة يقام بنفس الطريقة وفي آن واحد بمسح مجموعة من الفراشي تابعة لاصبع فراشي واحد او ذات استقطاب موحد .

وتنصهر ظروف (اطواق) ماسك الفراشي وقطع اخرى من جراء الشرار الشديد ونادرا من تكوين النار الدائرية . وينظف ماسك الفراشي عند الانصهار الخفيف من السخام والاوساخ والسناج. واما عند الانصهار الشديد فيستبدل بآخر جديد. وتزال الاضرار الميكانيكية لماسك الفراشي (النتوءات والانبعاجات والتحدبات) بالبرد والتصحيح. ومن الاضرار التي تصادف غالبا في مواسك الفراشي هو التأكسد الكهربائي للسطح الداخلي للظرف الناتج عن اختلال مرور التيار من الفرشاة الى الظرف . ويزال هذا العطل بشد الملامسات في دائرة التيار واما الظرف المتأكسد بشدة فيستبدل .

وبعد الانتهاء من اصلاح مواسك الفراشى ومسح (سنفرة) الفراشى للمكنة العاملة بالتيار المستمر ، يقام بفحص صحة تجميع وتوزيع مواسك الفراشى بالنسبة الى عضو التوحيد . وينجز هذا العمل بدقة متناهية اذ ان اقل اخلال بنظام توزيع مواسك الفراشى او عدم مراعاة المسافات بينها وبين عضو التوحيد قد يؤدى الى اختلال العمل الطبيعى للمكنة والى الاهتراء الزائد لعضو التوحيد والفراشى . ويعتبر توزيع الفراشى صحيحا اذا كانت الفراشى واقعة بانتظام على السطح التشغيلى لعضو التوحيد .

ويؤخذ بعين الاعتبار عند توزيع الفراشى ان تأكل عضو التوحيد تحت الفراشى ذات الاستقطاب المختلف غير متساو . ولذا توزع مواسك الفراشى بحيث تعمل فراشى كل برغيين متجاورين باستقطابين مختلفين على مسار فرشاة واحد ، واما فراشى الزوج التالى من البراغى فعلى مسار آخر ، اى فى الفرجات ما بين مسارات الفراشى للزوج الاول من البراغى . ويعار عند تركيب ماسك الفراشى الانتباه الى ان تكون المسافة من الظرف الى سطح عضو التوحيد بمقدار ٢ — ٤ مم . ويجب من اجل ان تتحرك الفراشى بطلاقة فى الظروف ان يكون بينها خلوص بمقدار ٠,١ — ٠,٤ مم فى اتجاه الدوران و ٠,٢ — ٠,٥ مم فى اتجاه خط محور عضو التوحيد .

حلقات التلامس . يستخدم فى المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى نوعان من حلقات التلامس : بتجهيزة تقصير وبدونها (اى بفراشى ضاغطة بشدة على حلقات التلامس وباستمرار) . وقد استخدمت حلقات التلامس ذات تجهيزة التقصير فى المحركات

الكهربائية التى انتجت حتى عام ١٩٤٠ . وما زالت المحركات هذه تستخدم وتدخل حيز الاصلاح باعداد قليلة . واما المحركات الكهربائية ذات الاعضاء الدوارة المقصرة والتى انتجت فى وقت لاحق فلا توجد لها تجهيزات تقصير .

وغالبا ما يتضرر فى حلقات التلامس للاعضاء الدوارة الطورية السطح التشغيلى والعازل ما بين الحلقات او ما بين الحلقة وعمود الدوران . ويزال التآكل (الحفر) الغير منتظم لحلقة التلامس بالخراطة على مكنة خراطة او بواسطة الجهاز (انظر الشكل ١١٦ ، أ) ؛

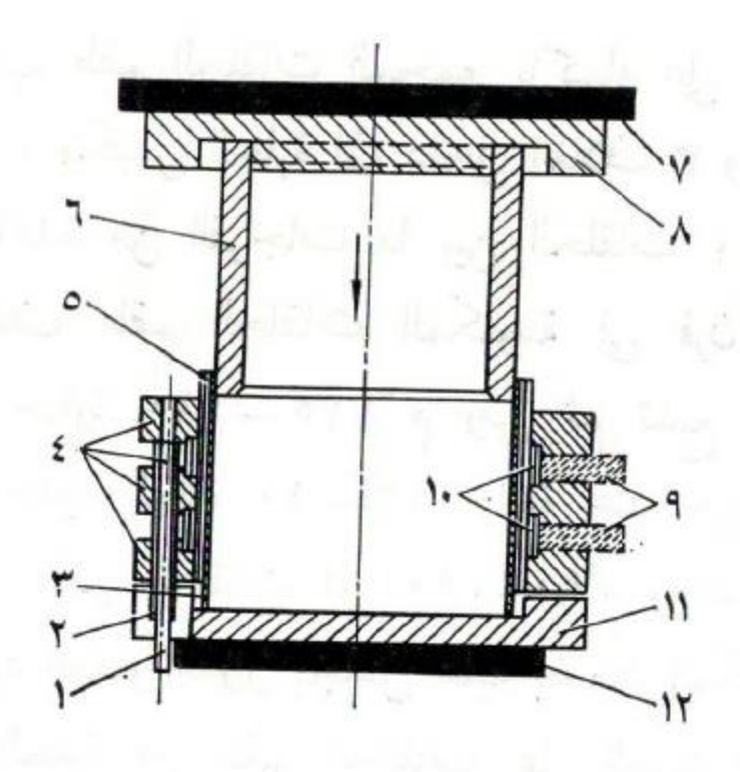
وفى حالة الاضرار الخفيفة لسطح حلقات التلامس (الاحتراق الضئيل والخدوش وغيرها) يجرى تجليخه بورق زجاجى او بواسطة الجهاز (انظر الشكل ١١٦ ، ب) .

ويرمم العازل المختل بين حلقات التلامس بتنظيفه وغسله ومن ثم بطلاء المكان المتضرر بميناء عازل . وعند الاهتراء النهائى لحلقات التلامس يضطر لتجهيز حلقات جديدة وكبسها على عمود العضو الدوار . وتجهز الحلقات للمكنات الكهربائية ذات التصميم القياسى من الصلب او الحديد الزهر او النحاس الاصفر . وتوجد عدة طرق لكبس حلقات التلامس ولكن فى المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى والقدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط تستخدم طريقة الكبس البارد اكثر من غيرها للحلقات على الجلبة (الشكل ١٢٤) .

وتنجز العمليات الاساسية لتجميع وكبس الحلقات حسب التعاقب التالى :

— يجمع طقم الحلقات بادخال صبالم التلامس ١ فى ثقوب الحلقات ٤ ؛

— توضع فى كل فرجة ما بين الحلقات ثلاثة اسافين مباعدة




الشكل ١٢٤ . تجليس حلقات التلامس على الجلبة بالكبس البارد :
١ و ٤ – صبلمة وحلقات تلامس ، ٢ – عازل صبلمة التلامس ، ٣ – غلاف مشقوق من الصلب ، ٥ – عازل الغلاف المشقوق من الصلب ، ٦ – جلبة من الصلب ، ٧ و ١٢ – منضدتا المكبس العليا والسفلى ، ٨ و ١١ – قرصان علوى وسفلى ، ٩ – اسافين مباعدة ، ١٠ – حشوات من الكرتون الكهربائى توضع تحت الاسافين المباعدة

٩ من الصلب موزعة على المحيط بانتظام كيلا تتزحزح الحلقات عند الكبس ؛

– يركب طقم الحلقات على القرص السفلى ١١ (للارتكاز) ويدخل فى فتحات الحلقات العازل ٥ المكون من شرائط الكرتون الكهربائى المشبع بسمك ٠,٤ مم والميكانيت او قماش مورنش ؛ ويوزع العازل بحيث يستقر على المحيط الداخلى للحلقات بانتظام ؛

– يوضع بداخل الحلقات الغلاف المشقوق ٣ من الصلب بسمك ١,٥ مم ، الذى يقى العازل من الضرر اثناء الكبس ، ومن ثم يجرى ادخال الجلبة ٦ من الصلب فى هذا الغلاف وتغطيتها بالقرص العلوى ٨ (الضاغط) ؛

– يركب طقم الحلقات المجمع باكمله على المنضدة السفلى ١٢ للمكبس ، وتكبس الجلبة الى داخل الغلاف ٣ وبعد ذلك تخلع الاسافين المباعدة من الفوجات ما بين الحلقات ؛

– يجفف طقم الحلقات المكبوسة فى فرن لمدة ٦ — ٨ ساعات عند حرارة ١١٠ — ١١٥°م ومن ثم تشبع بورنيش عازل وتجفف من جديد لمدة ١٠ — ١٢ ساعة عند حرارة ١٢٠°م ؛

– يبرد طقم الحلقات الى ٨٠ — ٩٠°م وبعد تركيب الجلبة على طرف عمود العضو الدوار يجلس عليه بضغط المكبس . ويراعى عند تجليس الجلبة مع طقم الحلقات على العمود ان تأتى صبالم التلامس ١ مقابل نهايات الاخراج للملف ؛

– تخرط سطوح الحلقات على مكنة الخراطة مع ازالة الاعوجاجات والخفقان ومن ثم تجلخ وتصقل الحلقات ؛

– تفحص قيمة خفقان الحلقات بالمؤشر (لا يجب ان يزيد الخفقان عن ٠,٠٤ مم) .

## البند ٤٢ . اصلاح القلوب واعمدة الدوران والمراوح

القلوب . تعتبر القلوب من اهم اجزاء المكنات الكهربائية . وتجهز صفائح رزم القلوب من الصلب الكهربائى الصناعى الخاص الذى يتميز بفقدان نوعى منخفض بفضل دمج الصوان فيه .

وللتقليل من الفقدان فى التيارات الدوامة يقام بجمع رزم قلوب الاعضاء الساكنة والدوارة واعضاء الانتاج من صفائح معزولة ومستقلة للصلب الكهربائى الصناعى بسمك ٠,٥ مم . والقلوب هى عبارة عن موصلات مغناطيسية توضع وتثبت ملفات فى شقوقها .

واكثر ما تنشأ عند العمل الطويل للمكنات الكهربائية هى

الاعطال التالية للقلوب : ارتخاء كبس الرزم وتجليس رزم الصلب على عمود الدوران ؛ انفلات رزم الصلب الطرفية (تكوين «مروحة») ؛ انصهار بعض قطاعات الصلب واختلال العازل ما بين الصفائح . وتزال هذه الاعطال بواسطة الاصلاح .

وغالبا ما يحدث ارتخاء كبس الرزم فى قلوب المكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة والتى تكون فيها صفائح الصلب معزولة بورق رقيق (ورق سجائر) .

ويحترق الورق ويسقط عند التسخين المفرط للقلب ذى العازل الورقى ما بين الصفائح ونتيجة لذلك لا يختل العازل بين الصفائح وحسب بل ويرتخى كبس القلب .

ويجب ان يكون الصلب الفعال للقلب مكبوسا بتراص لدرجة تستبعد معها امكانية حدوث حتى اقل انحراف لاحدى الصفائح بالنسبة لغيرها .

ويجرى عند فك المكنة قبل الاصلاح والمعاينة لحالة الصلب الفعال اكتشاف الكبس المرتخى بوجود بقع صدئة على سطحه . وينتشر هذا الصدأ فقط على قطاعات ذات كبس ناقص ويكون نتيجة لما يدعى بالتأكسد التلامسى الذى تتعرض له سطوح الصفائح من الصلب والقطع التى تتحرك احداها بالنسبة للاخرى .

ويسبب ارتخاء الكبس ضجيجا خاصا واحيانا ارتجاجا للمكنة . ويؤدى ارتجاج المكنة وبعض صفائح القلب الى تحطم العازل ما بين الصفائح وتكسر الصفائح من الصلب الغير مشدودة والمجاورة لقنوات التهوية . وقد تضر الاجزاء المتكسرة للترس بالعازل والصلب الفعال للعضو الساكن . ان الارتجاج الكبير للصلب فى منطقة الترس يشكل خطرا خاصا على عازل ملف العضو الدوار والعضو الساكن

وذلك لانه قد يتسبب فى سحقه فى الاماكن المتاخمة للاجزاء المرتجة .

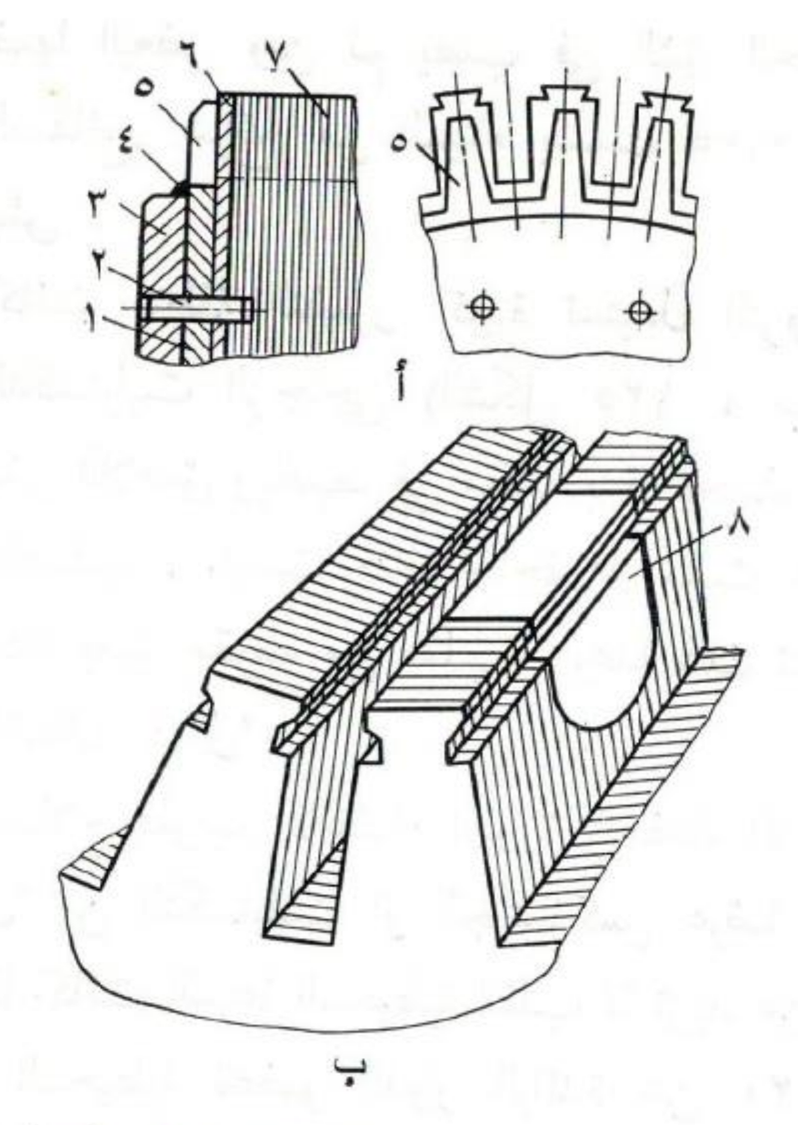
وكذلك فان الكبس الفائق للقلب غير مرغوب فيه ، اذ انه تزداد فى هذه الحالة القوى (الجهود) الميكانيكية فى قطع وتجهيزات التثبيت حيث انه من الجائزان تتسبب فى تشوهها وكسرها .

ويحدد مدى الكبس (تقريبا) بواسطة سكين اختبار بنصل سمكه ١,٠ ـ ٢,٠ مم، فاذا كان كبس الصلب مرضيا فلا يجب عند الضغط بشدة باليد ان يدخل نصل السكين بين الصفائح لمسافة اعمق من ١ ـ ٣ مم .

واكثر ما يلاحظ هو ارتخاء الكبس فى منطقة الترس للاعضاء الدوارة والساكنة ولذا يكفى دق اسافين حشو من التكستوليت او الجيتيناكس ذات قياسات تناسب قياسات الترس باحكام فى اماكن ارتخاء الكبس . ويقام عند دق الاسافين بتغطيسها الى عمق ٢ ـ ٣ مم اسفل سطح الصلب . ويقام لتلافى سقوط الاسافين بطلائها مسبقا بورنيش لاصق او بصمغ وتثنى عليها اطراف صفائح الصلب المجاورة . وبعد دق اسافين الحشو يقام بطلاء القطاع المناسب للقلب بورنيش زيتى قارى ذى تجفيف بالهواء .

وقد يكون كبس الصفائح مرتخيا ليس فقط على بعض القطاعات بل فى قلب العضو الدوار او عضو الانتاج باكمله . وفى هذه الحالة يقام بازالة اللوحة الضاغطة للقلب ، التى تثبت باللحام الكهربائى او بخوابير مخفية ، وتركب على طرف القلب صفائح من التكستوليت او الاسبست مقصوصة على هيئة صفائح الصلب ، وتوضع من جديد الوردة الضاغطة ويكبس القلب وتثبت الوردة .

وغالبا ما يجرى اصلاح الرزم الطرفية للاعضاء الدوارة واعضاء




الشكل ١٢٥ . اصلاح قلوب الاعضاء الدوارة والساكنة :
أ – تركيب الوردة الضاغطة الاضافية ذات التروس ، ب – تركيب المالئ عوضا عن الترس المقطوع للقلب ؛ ١ – وردة ضاغطة اضافية ، ٢ – مسمار وصلة من الصلب ، ٣ – لوحة ضاغطة اساسية ، ٤ – خط التحام ، ٥ – ترس الوردة الاضافية ، ٦ – صفيحة زائدة فى السمك ، ٧ – صفائح القلب ، ٨ – مالئ

الانتاج التى تنفرج تروسها «كمروحة» بتركيب وردة اضافية ذات تروس (الشكل ١٢٥ ، أ) .

وعند تضرر الملفات وكذلك عند سقوط اجسام معدنية غريبة فى التجويف ، فانه غالبا ما تبدو قطاعات صغيرة من الصلب الفعال للقلب منصهرة . ويزال الضرر بواسطة الاصلاح الذى يقطع اثناءه قطاع صفائح الصلب المتضررة بالانصهار بحيث لا تبقى صفائح

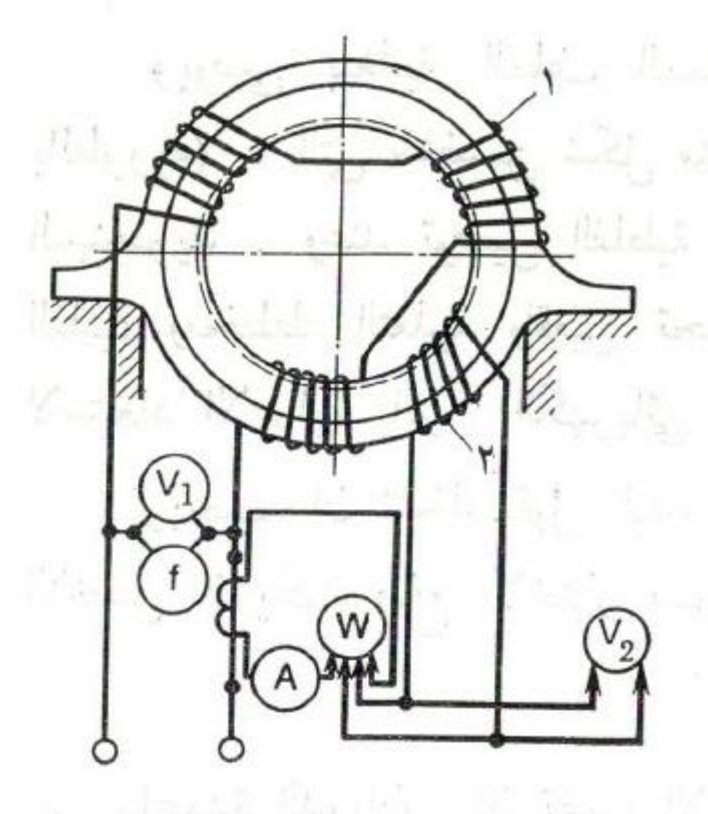
منصهرة ببعضها البعض ومن ثم يصب فى الشق الحاصل ورنيش وتوضع بين الصفائح شرائح من الميناء بسمك ٠,٠٥ مم ومن ثم تطلى بالورنيش .

واذا كانت منطقة التضرر كبيرة تستبدل التروس المقطوعة بمالئ من التكستوليت الزجاجى (الشكل ١٢٥ ، ب) . ويطلى المالئ بالورنيش اللاصق ويضبط فى مكانه بدقة بحيث يرقد باحكام بين الملف والصلب . وليست هناك حاجة الى مثبت خاص للمالئ وذلك لان شكله يعيق سقوطه من القلب . وعدا ذلك تشكل اسافين الشق تثبيتا اضافيا للمالئ .

وعند اصلاح قلوب الاعضاء الدوارة (اعضاء الانتاج) يسمح بتركيب الموالئ من التكستوليت او الجيتيناكس عوضا عن التروس المقطوعة ، اذا كانت السرعة المحيطية للقلب لا تزيد عن ٢٠ م/ث. وعند السرعة المحيطية للعضو الدوار الزائدة عن ٢٠ م/ث فانه من المحتمل سقوط المالئ من التكستوليت والاضرار بالملف ولذا يجرى ضبط المالئ فى مكانه بدقة ، وتعمل بروزات على اطرافه تقوم بالدخول فى قنوات التهوية تحت الشقوق المجاورة . وعلى هذا النحو يتثبت المالئ اضافيا بالملف الواقع فى الشقوق المجاورة .

وعند انصهار حجم كبير من الصلب فى عدة رزم يزال العطل باعادة الحشو الكامل للصلب الفعال . وليس فقط عند انصهار حجم كبير من الصلب يقام باعادة الحشو الكامل للقلوب بل وعند انهيار العازل ما بين الصفائح نتيجة لعتقه الطبيعى عند التشغيل المستمر المصحوب بالتسخينات الدائمة للمكنة الكهربائية .

وتتكون اعادة حشو القلب من عمليات اساسية : فك الحشو ، واعادة عزل صفائح الصلب الفعال ، والحشو وكبس واختباره .




الشكل ١٢٦ . مخطط اختبار الصلب الفعال للقلب الذى اعيد حشوه

ونادرا جدا ما يقام باعادة حشو القلوب فى مؤسسات الاصلاح واذا حصل فعلى شكل استثناء وذلك لان نفقات العمل والوقت على هذه الاعمال وبالتالى التكاليف تزيد بمقدار ٣ — ٤ مرات عن النفقات عند تجهيز قلب جديد. فاذا اجرى مع ذلك انجاز اعادة الحشو ، فانه يقام حتما باختبار القلوب التى اعيد حشوها على تسخين الصلب الفعال وانعدام التلامس بين الصفائح . وفى هذه الحالة يجرى تحديد الفقدان النوعى فى الصلب الفعال الناجم عن التيارات الدوامة والمغنطة المفرطة ، مما يسمح هذا بالحكم كذلك على حالة العازل ما بين الصفائح .

ويجرى اختبار القلوب التى اعيد حشوها حسب المخطط (الشكل ١٢٦) المكون من ملف ممغنط ١ (بكسر النون) وملف مراقبة ٢ موصولين فى مخطط اجهزة قياس من صنف ٠,٥ وذلك على النحو التالى . يوضع الملف الممغنط (بكسر النون) بانتظام على محيط القلب ويمرر خلاله تيار كهربائى بتردد ٥٠ هيرتس . ويوصل بالتأثير المغناطيسى فى ظهر القلب الى ان يبلغ تيسلا واحدة (Tesla — وحدة قياس التأثير المغناطيسى) او الى قيمة قريبة منها ، مع مراقبة القيم المتغيرة للاختبار (بواسطة الاجهزة الموصولة فى ملف المراقبة) .

ويوصى بتغذية الملف الممغنط بالفلطية الخطية (وليست بالطورية) ، التى ستضمن شكل منحنى الفلطية الاقرب من شكل السينوسويد . وعند توصيل الفلطية لتغذية الملف الممغنط سيكون القلب ومخطط التغذية واقعين تحت الفلطية ولذا يمنع لمسهما لاستبعاد الاصابة بالتيار الكهربائى .

ويجب ان تتخذ قبل البدء بالاختبار اجراءات الامن وفى الاخص ان يكون موقع الاختبار مسورا بشكل مأمون .

اعمدة الدوران . ان تضرر الاعمدة ظاهرة دائمة فى الممارسة العملية لتشغيل المكنات الكهربائية . وتتضرر على الاغلب اعمدة الدوران للمكنات الكهربائية العاملة دائما عند الفرط فى الاحمال الغير مسموحة . وقد يكون من اسباب تضرر اعمدة الدوران الارتجاج الزائد للمكنة ، الناجم عن اختلال تطابق محور عمودها مع عمود الوحدة الجارى ادارتها وعن هبوط عمود الدوران نتيجة لاهتراء طبقة البابيت فى كراسى التحميل الانزلاقية وغيرها .

ومن اكثر اشكال الاهتراء لاعمدة دوران المكنات الكهربائية تمييزا هى ما يلى: اهتراء سطوح التجليس لاعناق اعمدة الدوران ، والالتواء والكسر .

وتشكل الاضرار بسطوح التجليس للاعمدة الواقعة تحت القطع المتقارنة (مثل الانبعاجات والحفر والخدوش) اكثر من ٥٠٪ من مجموع الاضرار لاعمدة المكنات الكهربائية الجارى اصلاحها . وتنشأ هذه الاضرار من جراء الرفع والتجليس المتكرر لمختلف القطع ، وتجعل عمود الدوران غير صالح لأن تركب على

سطحه التجليسى القطع الناقلة للحركة والتوصيلية وبالدرجة الاولى كراسى التحميل وانصاف القارنات .

ان العيوب الكائنة على السطوح التجليسية تتسبب فى الاخلال بوحدة المركز وتعامد التجليس للقطع الجارى تجليسها حيث يؤدى هذا الى ظهور الخفقان والارتجاج للمحرك والاهتراء السريع للسطوح التجليسية تحت كراسى التحميل الارجوحية والتقليص الحاد لمدة خدمتها . ولذا يجب ازالة عيوب اعمدة الدوران فى حينها وعند اول اصلاح للمكنة الكهربائية . ولازالة عيوب السطوح التجليسية لاعمدة الدوران يستخدم الجلخ والانماء بالصهر الكهربائى للمعدن (لتعبئة الحفر) والتلبيس المعدنى .

واذا كانت المساحة الكلية للانبعاجات والحفر والخدوش لا تزيد عن ٢٠٪ من السطح التجليسى فانه من المناسب جلخ الاماكن البارزة على مكنة التجليخ او الخراطة (باداة التجليخ) او شحذها بدقة بقلم قطع حاد ومن ثم جلخها بورق التجليخ .

وعندما تكون مساحة الانبعاجات او الحفر او الخدوش اكثر من ٢٠٪ من السطح التجليسى فان ازالة الاماكن البارزة غير مناسب وذلك بسبب التقليل من مساحة التجليس . وتستخدم فى هذه الحالة : اعادة خراطة عمود الدوران الى قطر أقل ، او الانماء بصهر طبقة من المعدن بالكهرباء مع المعالجة اللاحقة لها حتى القياس المطلوب على مكنة الخراطة او انماء (زيادة) طبقة من المعدن على السطح المعيوب بواسطة التلبيس المعدنى مع المعالجة اللاحقة .

ان اصلاح السطوح التجليسية المتضررة لعمود الدوران بطريقة اعادة خراطته الى قطر اقل هو من ابسط الطرق . ولكن هذه الطريقة تسبب عدة نتائج غير مرغوبة ومن ضمنها التقليل من متانة

عمود الدوران وضرورة تغيير قياسات السطوح التجليسية لعمود الدوران والقطع الجارى تجليسها عليه ، واستحالة ضبط قطر عمود الدوران ليلائم مقاس المواصفات القياسية . والاخيرة مهمة من وجهة نظر توحيد مقاسات اعمدة الدوران والقطع المتقارنة معها . ويسمح بتقليل قطر الطرف الاسطوانى للعمود بمقدار ٤ — ٦٪ من القطر الاصلى من الجهة الاكثر تحميلا والى ٧ — ١٠٪ من القطاعات المحملة قليلا (من جهة عضو التوحيد ، وحلقات التلامس) . غير انه عند تقليل قطر العمود بمقدار ٥٪ تقل متانته بمقدار ١٥٪ وعند تقليل القطر بمقدار ١٠٪ تقل المتانة بمقدار ٣٠٪ تقريبا .

والطرق الاكثر فعالية لاصلاح السطوح التجليسية المتضررة لاعمدة الدوران هى الانماء بالصهر الكهربائى للمعدن او انماؤه بطريقة التلبيس المعدنى . ويجرى الانماء بالصهر الكهربائى للمعدن مع مراعاة الشروط التالية :

— ان كل خط يجرى انماؤه بصهر المعدن يقام على جهات عمود الدوران المتقابلة قطريا مما يتيح تلافى التسخينات الزائدة المحلية وتشوه العمود ؛

— وقبل انماء كل طبقة لاحقة بالصهر يقام بطرق الطبقة السابقة المنماة بالصهر وتنظف بفرشاة معدنية من الخبث والرغاوة ؛

— وبانتهاء الانماء بالصهر الكهربائى للمعدن يجرى التغيير لتركيب المعدن الاساسى لعمود الدوزان بانسجام والتقليل من التوترات (الجهود) الداخلية ولهذا الغرض يقام بانماء خطوط المعدن بالصهر للطبقة الاخيرة بمقدار ٤٠ — ٥٠ مم اطول من السطح الكلى المنمى بالصهر مع تناوب الخطوط القصيرة والطويلة بعد كل ٢٠ مم .

وتقص الخطوط المطولة (المعدلة) عند معالجة الطبقة المنماة

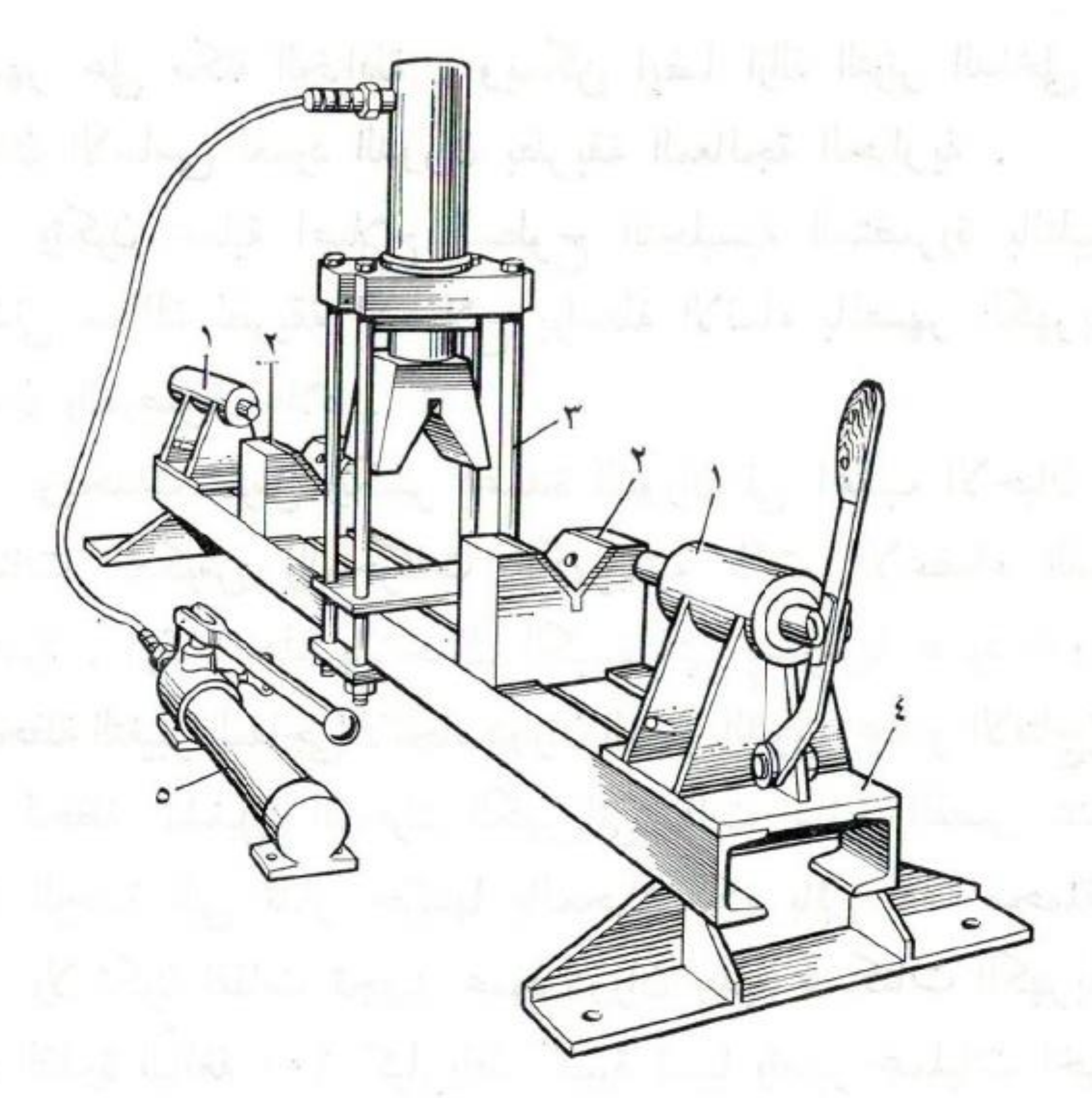
بالصهر على مكنة الخراطة . ويمكن ايضا ازالة التوتر الداخلى فى المعدن الاساسى لعمود الدوران بطريقة المعالجة الحرارية .

وتكون عملية اصلاح السطوح التجليسية المتضررة بالتلبيس المعدنى مماثلة لطريقة الاصلاح بواسطة الانماء بالصهر الكهربائى للمعدن والموصوفة اعلاه .

ويحدث تقوس وتكسر اعمدة الدوران فى اغلب الاحيان فى المكنات العكوس والمحركات الكهربائية ذات الاعضاء الدوارة المقصرة . ويفسر هذا بالاحمال الكبيرة التى يستوعبها عمود الدوران فى لحظة التغيير المفاجئ لاتجاه دوران العضو الدوار (عضو الانتاج) ، وفى لحظة تشغيل المحرك الكهربائى ذات دائرة القصر عندما تكون الوحدة التى تدار حركتها بالمحرك الكهربائى هذا محملة .

ولا تكون نفقات تجهيز عمود دوران جديد للمكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط كبيرة نسبيا وتعتبر عمليات اخراج العمود الدوار المتضرر بالكبس وادخال العمود الجديد بالكبس صعبة وباهظة التكاليف .

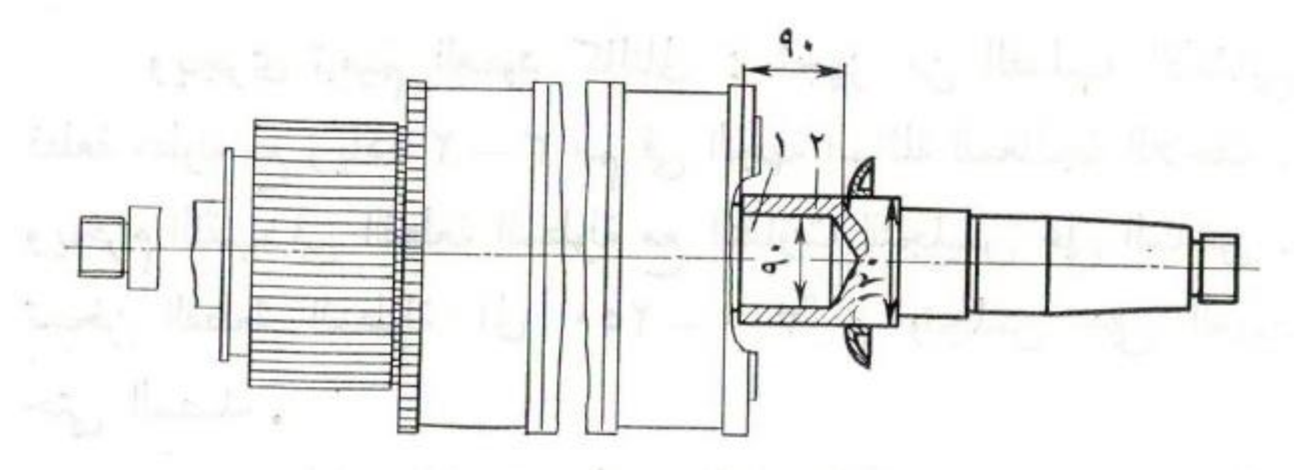
وتتقوس (تتشوه) اكثر من غيرها اعمدة دوران المكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ٦٠ كيلوواط وبسرعة ١٥٠٠ — ٣٠٠٠ دورة/دقيقة . ويجرى تقويم (استعدال) العمود المتقوس بواسطة وحدة استعدال الاعمدة كما يلى (الشكل ١٢٧) : يركب العمود على الركائز ٢ ومن ثم ومع تدوير العضو الدوار (عضو الانتاج) حول محوره بزاوية ٣٦٠° يتم بواسطة مؤشر إيجاد الجهة الاكثر تحدبا للقلب او للعمود اذا كان قد اخرج من القلب بالكبس ، ويركب بحيث تكون هذه الجهة مقابلة لذراع المكبس . ويجرى فيما بعد استعدال العمود بالضغط على القلب بذراع المكبس مع قراءة قيمة الانحناء دوريا بواسطة




الشكل ١٢٧ . وحدة استعدال اعمدة الدوران :
١ – مراكز ، ٢ – ركائز ، ٣ – مكبس هيدروليكى ، ٤ – قاعدة حاملة ،
٥ – مضخة هيدروليكية يدوية

المؤشر . ويتم انجاز الاستعدال بعدة محاولات . ويمكن استعدال العمود المتقوس خفيفا بدقة تبلغ ٠,٠٥ مم لكل ١٠٠٠ مم من طوله . ويسهل استعدال الاعمدة بشكل كبير عند انتفاء قطع مجلسة عليها .

وكثيرا ما تتكسر الاعمدة فى المكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة وذلك لانه عند حسابها وتجهيزها واصلاحها لم تؤخذ بعين الاعتبار احيانا ظاهرة اعياء المعدن . وكانت من اسباب التكسر ايضا الانتقالات اللانصفقطرية من قطر ما للعمود الى قطر آخر له .




الشكل ١٢٨ . اصلاح العمود المكسور بكبس القطعة المطولة : ( «العضو الاصطناعى») :
١ – العمود ، ٢ – العضو الاصطناعى

ويحدث تكسر العمود فى اغلب الحالات على درجته التى تجلس عليها بكرة او قارنة . ويرمم العمود المكسور بلحام قطعة مطولة او بكبس الجزء المتكسر من العمود . وعند اصلاح العمود بلحام قطعة مطولة يقام بذلك على النحو التالى : تجهز القطعة المطولة المناسبة بقياساتها للجزء المتكسر من العمود ولكن مع اضافة صغيرة (٢ – ٣ مم) جانبا للمعالجة اللاحقة بعد اللحام . وتعالج مسبقا اطراف العمود والقطعة المطولة الجارى لحامها على شكل مخروط . ويجب لحام القطعة المطولة مع مراعاة الشروط المذكورة آنفا للانماء بالصهر الكهربائى للمعدن على العمود . ولتلافى الاعوجاج ينبغى تبريد قطاع اللحام بمنتهى البطء (تقريبا من ٣٠ الى ٩٠ دقيقة تبعا لقطر العمود ودرجة حرارة البيئة المحيطة) .

ويدعى اصلاح العمود المكسور بكبس القطعة المطولة (الشكل ١٢٨) كذلك بطريقة تركيب العضو الاصطناعى ، وتستخدم فقط عند تكسر الاعمدة ذات القطر البالغ ٤٠ مم واكثر وذلك بسبب صعوبتها الكبيرة ، وكذلك فى الحالات عندما تكون الطرق الاخرى لازالة العيب غير صالحة للاستخدام .

ويجرى ترميم العمود كالتالى : تجهز من الصلب الانشائى قطعة مطولة مع زيادة ٢ ـ ٣ مم فى الجهة الماثلة للمعالجة اللاحقة . ويخرم الثقب فى القطعة المطولة مع التفاوت للتجليس على الساخن . تسخن القطعة المطولة الى ٢٥٠ ـ ٣٠٠° م وتجلس على العمود حتى المصد .

وعند اصلاح الاعمدة ذات القطر الاكبر من ٦٠ مم يقام من اجل رفع متانة اقتران العمود والقطعة المطولة بلحام مكان وصلة العمود اضافيا فى عدة نقاط موزعة بانتظام على محيط الوصلة او بخط لحام مستمر على طول المحيط .

ويقام مع انتهاء التجليس واللحام بمعالجة الجزء المطول على مكنة خراطة وتعدل فى نفس الوقت صحة وضع القطعة المطولة بالنسبة للجزء الاساسى للعمود . والعمود هو القطعة الاكثر اهمية ودقة للمكنة الكهربائية . وتعالج اكثرية سطوح التقارن للعمود حسب الدرجة العالية من الدقة .

المراوح . ان العمل الطبيعى الطويل للمكنة الكهربائية يكون مرهونا الى حد بعيد بشدة سحب (ابعاد) الحرارة عن اجزائها التى تسخن . وتحدد بظروف التبريد قدرة المكنة على التحميل وذلك لان زيادة حرارة تسخين المكنات وغيرها من الاجزاء فوق المعدل هى السبب الرئيسى الذى يحد من قدرة المكنة عند التحميل لمدد طويلة وقصيرة . ان التسخينات فوق المعدل والتقلبات الكبيرة للحرارة بين اجزاء مستقلة للمكنة هى الاسباب الرئيسية لعتق وتضرر العازل . ويتم انجاز تبريد المكنات الكهربائية بمراوح مشكلة بالصب او التباشيم او اللحام .

ان المراوح المصبوبة من سبائك الالومنيوم اكثر متانة من ذات التباشيم وذلك لان أماكن الانتقال من القرص الى العنفات تكون انسيابية ولذا فانها تتمتع بمتانة زائدة . ولا يحدث تضرر المروحة المصبوبة اثناء عملها بل على الاغلب من جراء المعاملة المهملة عند فك وتجميع المكنة اثناء الاصلاح .

وبالنسبة الى المراوح ذات التباشيم فان نقطة الضعف فيها هى قطاعات ثنى العنفات وبالاخص عند وجود القرص . وعند ادارة المكنة فى الاتجاه العكسى تقوم عنفات المروحة بالانحناء نتيجة لقوة استمرار القرص مرة فى هذا الاتجاه ومرة فى اتجاه اخر مما يكون عادة السبب فى ظهور التشققات وتحطم المروحة . واذا لم تتم ازالة هذه الشقوق عند اصلاح المكنة فمن الجائز ان تنفصل العنفات عن القرص وتسبب ضررا لملفات وقلوب المكنة .

وفى المراوح ذات التباشيم يكون السبب الدائمى لخروجها من حيز العمل هو كذلك الاخلال بمتانة الوصلات المبشمة وذلك نتيجة تأثير احمال الارتجاج على العنفات . ويقام عند اصلاح المراوح ذات التباشيم بازالة الاضرار باللحام الاضافى للعنفات .

وقد تكون المراوح فى عدد من الحالات متضررة لدرجة يستحيل معها اصلاحها ولذا يقام بتجهيز مراوح جديدة مع تحسين بنيانها حسب الامكان .

وقبل تجليس المراوح المرممة وبالاخص المجهزة من جديد على عمود العضو الدوار (عضو الانتاج) يقام بفحصها للتأكد من انعدام الخفقان فوق المسموح به فى الاتجاهين المحورى والنصف قطرى (الشعاعى) . وعند اصلاح واستبدال المروحة قد ينزاح مركز ثقلها عن محور الدوران ، وتختل نتيجة لذلك موازنة (اتزان) العضو

الدوار وتأخذ المكنة بالارتجاج اثناء عملها . وقد يكون السبب فى انحراف مركز الثقل هو اختلاف سماكات جدران المراوح المصبوبة ، او اختلاف السمك لصفائح الصلب وعنفات المراوح ذات التباشيم او اختلاف ارتفاع خطوط اللحام فى المراوح المشكلة باللحام .

وتجرى موازنة المروحة قبل تركيبها على العضو الدوار . ولاجراء الموازنة الستاتيكية يقام بتلبيس المروحة على اطار توضع نهاياته الاسطوانية على مساطر افقية . ويتم مع اضافة اثقال الموازنة ذات الكتل المختلفة تحقيق خفض قيمة عدم الاتزان الذى لا تقوم عنده المروحة الموقوفة فى اى وضع بالتدحرج على المساطر . وتثبت اثقال الموازنة بمتانة حتى لا تنفصل عند تدوير المروحة فى المكنة . واذا لم ترمم المروحة فانه يجرى تركيبها عند التجميع فى ذلك الوضع الذى كانت عليه قبل الفك . ويوجد لهذا الغرض فى بعض المكنات مسمار وصلة خاص مركب فى الوردة الضاغطة للعضو الدوار واما فى قرص المروحة فيوجد ثقب مخرم لمسمار الوصلة .

وتتوقف فعالية عمل المروحة الى درجة كبيرة على جودة معالجة قطعه التى يمر تيار الهواء بمحاذاتها . ويعيق اقل عدم استواء وحتى رؤوس التباشيم البارزة عن حركة الهواء وتشكل دوامات فى قنوات التهوية .

وغالبا ما تتضرر المراوح عند فك وتجميع المكنات بلا اكتراث ، وكذلك نتيجة للخزن الخاطئ للاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج المركبة عليها المراوح . ومن الضرورة لتلافى تضرر المروحة عند الفك مراعاة القواعد التالية :

لا يجوز الامساك بالقرص الرقيق للمروحة بواسطة النزاعة . توجد عادة على جلبة المروحة تجويفات حلقية للامساك بواسطة

النزاعة او تكون فى نهايتها ثقوب مقلوظة تركب فيها صبالم النزاعة اللولبية . وعند تجليس المراوح المصبوبة من الالومنيوم على العمود الدوار لا يجوز الطرق عليها بشدة والا قد تنفصل المراوح عن الجلبة من الصلب، كما ان الضربات قد تنتقل الى كراسى التحميل للمكنة.

وتبقى المراوح المركبة داخل المكنة على العضو الدوار عند الفك . وبعد اخراج العضو الدوار من العضو الساكن يقام بوضعه على رفوف خاصة حتى لا ترتكز المروحة على المنضدة وتنثنى . واما المراوح المعدة للتهوية الخارجة للعضو الساكن فترفع عند كل فك للمحرك والا لتعذر نزع لوحة كرسى التحميل من جانب المروحة . وتجلس المراوح على العمود بالشدة المطلوبة . ويحافظ على المراوح من التحرك على طول العمود ببرغى ايقاف او بواسطة جلبة مشطورة يقام بضمها ببرغى بعد تجليس المروحة على عمود الدوران . وبفضل ذلك لا يهترئ السطح التجليسى لجلبة المروحة عند التجميع والفك.

ويقام بحماية المراوح المرممة والمجهزة من جديد من الصدأ وذلك بطلاء سطوحها المنظفة مسبقا بطبقتين من الورنيش .

## البند ٤٣ . اصلاح الهياكل الحاملة وكراسى التحميل ولوحاتها

الهياكل الحاملة ولوحات كراسى التحميل . ينحصر اصلاح الهياكل الحاملة ولوحات كراسى التحميل فى ملء الصدوع باللحام ولحام القطع المكسورة وترميم السطوح التجليسية المهترئة .

وتلحم الصدوع فى الحديد الزهر بالكترودات ثنائية المعدن وعلى الاغلب فى الحالة الساخنة بشعلة الاسيتيلين والاكسجين . وتسخن القطع فى فرن تصل حرارته الى ٧٠٠ ــ ٨٠٠° م ، ويلحم

الصدع وتترك لتبرد ببطء هى والفرن معا لمدة ١ – ٣ ايام (تبعا لقياسات وكتلة القطعة) . فاذا كان سمك الجدار المتصدع اكثر من ٥ مم يقام قبل البدء باللحام بتشطيف حوافه على طول الصدع بازميل يدوى او يعمل بالهواء المضغوط تحت زاوية ٤٥ – ٦٠°. وتخرم بداية الصدع ونهايته حتى لا يزداد .

ويمكن لحام الصدوع فى الحديد الزهر فى الحالة الباردة بالكترود نحاسى او ثنائى المعدن وكذلك لحامها بالكترود من الصلب الخاص بالصبالم من الصلب المركبة فى الحديد الزهر على قلموظة .

وتلحم عند الاصلاح القطع المكسورة . ويضطر الى لحام قوائم الهياكل الحاملة وثنايا لوحات كراسى التحميل اكثر من غيرها من القطع . وتنكسر قوائم الهياكل الحاملة بسبب التثبيت المفرط فى الشدة لها بالبراغى على اساس غير مستو ، واما ثنايا لوحات كراسى التحميل فتتكسر عند القيام بفك المكنة بطريقة خاطئة، عندما تفصل اللوحة عن الهيكل الحامل لا بواسطة براغى الفتح او بضربات الشاكوش خلال قطعة دق بل بدق الازميل فى الشق بين طرف الهيكل الحامل وثنية اللوحة .

ويضطر الى ترميم السطوح التجليسية المهترئة للوحات كراسى التحميل فى اكثر الحالات فى اماكن تجليس كراسى التحميل الارجوحية . ويخرط تجويف لوحة كرسى التحميل حتى يسع لتكبس فيه جلبة من الصلب ، تخرط فيما بعد حتى المقاس المطلوب . واذا استحالت خراطة مكان تجليس كرسى التحميل فى لوحة الاخير حتى المقاس المطلوب فانه يقام بترميم السطوح التجليسية المهترئة بواسطة التلبيس المعدنى . وفى هذه الحالات يلجأ عند الاصلاح احيانا الى زيادة قطر كرسى التحميل

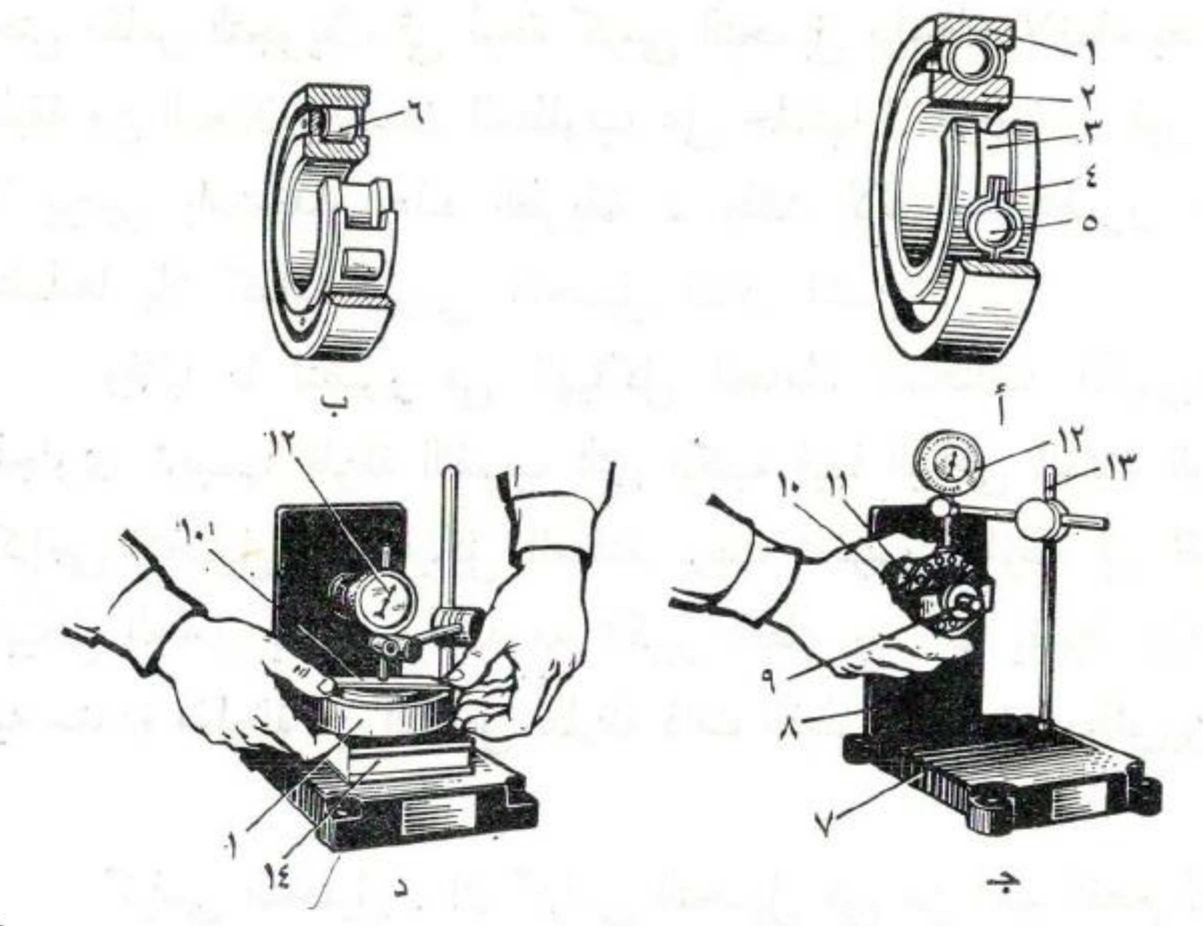
حتى مقاس التجويف فى لوحة كرسى التحميل بواسطة الانماء بصهر طبقة من المعدن بالسمك المطلوب على حلقتها الخارجية ، غير انه لا يوصى باستخدام هذه الطريقة ، وذلك لانه قد يتضرر عند تنفيذها بلا كفاءة كرسى التحميل الغالى الثمن .

وغالبا ما تتضرر فى الهياكل الحاملة للمكنات الكهربائية الجارى ترميمها قلوظة الثقوب التى تركب فيها البراغى المثبتة للوحة كراسى التحميل على هيكل المكنة. وعند تخرب القلوظة فى ثقب الهيكل الحامل يقام بخراطته مع تكبير القطر ومن ثم يقلوظ وتركب فيه سدادة مقلوظة من الداخل بقلوظة ذات القطر والخطوة المطلوبين .

كراسى التحميل . ان كراسى التحميل هى من اهم القطع لاية مكنة كهربائية . ويجرى تشغيل كراسى التحميل فى ظروف قاسية نتيجة للفرط فى التسخين والاحمال الكبيرة والاحتكاك وكذلك التآكل الكهربائى ونشوء الجذب من طرف واحد عند ازاحة العضو الدوار بالنسبة للمحور الهندسى للمكنة .

ان تضرر كرسى التحميل او خروجه من حيز العمل يتطلب الايقاف الفورى للمكنة وذلك لانه قد يؤدى هذا الى عطل بالغ يتطلب اصلاحا شاملا للمكنة .

وتستخدم فى المكنات الكهربائية كراسى تحميل من نوعين (يختلفان عن بعضهما بالبنيان) هما الارجوحية والانزلاقية . وتستخدم فى المكنات الحديثة بشكل رئيسى كراسى تحميل ارجوحية ذات كريات واسطوانات هى سهلة فى الاستخدام ومقاومة للاهتراء ، وتستبدل بسهولة عند التضرر . اما كراسى التحميل الانزلاقية التى استعملت فى المكنات ذات التصاميم القديمة فتستخدم حاليا فى




الشكل ١٢٩ . تركيبة كراسى التحميل الارجوحية بصف واحد من الكريات (أ) والاسطوانات (ب) واجهزة لفحص قيم الخلوص فى كراسى التحميل فى الاتجاه الشعاعى (جـ) والمحورى (د) :

١ و ٢ – حلقتان خارجية وداخلية ، ٣ – قناة (مجرى) الدحرجة ، ٤ – فاصل ، ٥ – كرية (بلية) ، ٦ – اسطوانة (بلحة) ، ٧ و ٨ – لوحتان افقية ورأسية ، ٩ – قضيب مقلوظ مع صمولة ، ١٠ – شريحة ، ١١ – كرسى تحميل ، ١٢ – مؤشر ، ١٣ – قائم مع ماسك المؤشر ، ١٤ – عارضة صغيرة

المكنات الكهربائية الضخمة الحديثة وكذلك عند ضرورة عمل المكنة بمستوى منخفض للضجيج الناتج .

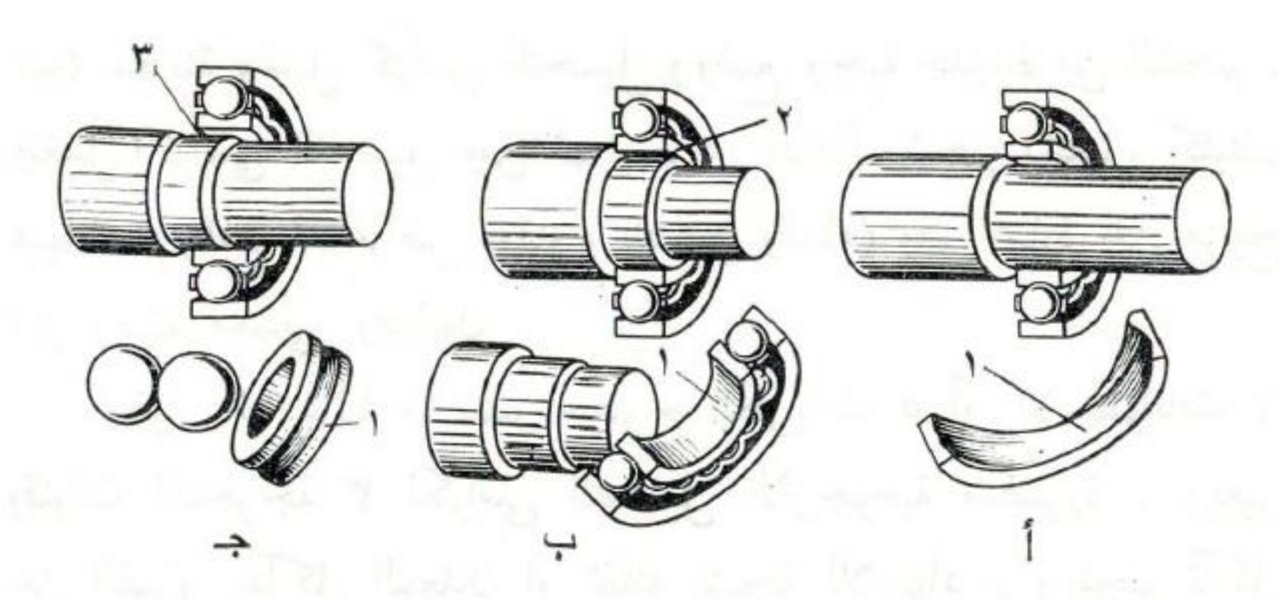
وعند دخول المكنات الكهربائية ذات كراسى التحميل الارجوحية (بكريات او اسطوانات) الى حيز الاصلاح يجرى فقط فحص حالتها ومدى اهترائها .

كراسى التحميل الارجوحية . يكتفى عادة عند اصلاح المكنة الكهربائية ذات كراسى التحميل الارجوحية (الشكل ١٢٩ ، أ ،

ب) بمعاينة وغسل كراسى التحميل ووضع وجبة جديدة من الشحم . وتغسل كراسى التحميل ومن ثم يجرى ادخال شحم تشغيلى كثيف فيها ، (جامع للاغراض ومقاوم للصهر والماء) وهو عبارة عن مزيج من زيت معدنى وصابون .

غير انه غالبا ما تبدو سطوح الكريات ٥ أو الاسطوانات ٦ وقنوات الدحرجة ٣ لكراسى التحميل الارجوحية متضررة . ويعبر عن الضرر بتآكل المعدن او تفتته نتيجة للاجهاد . وينجم تآكل قنوات الدحرجة لكراسى التحميل عن المسح الحاك نتيجة سقوط جسيمات صغيرة صلبة بداخلها . ويتخذ السطح التشغيلى لكراسى التحميل هذه لونا مميزا غير لامع . ويجرى تفتت المعدن نتيجة الاجهاد فى قنوات الدحرجة وعلى سطوح الكريات او الاسطوانات كذلك من جراء العمل فى نظام التحميل الغير طبيعى او العمل لمدة طويلة من الزمن لايسمح بها بكرسى التحميل هذا .

وتشاهد فى الشكل ١٣٠ اكثر اشكال وقطاعات التآكل المميزة لكراسى التحميل الارجوحية . ويحدد مدى تآكل كراسى التحميل الارجوحية بقياس قيم الخلوص الشعاعية والمحورية بواسطة الاجهزة (انظر الشكل ١٢٩ ، ج ، د) . ولأخذ قياس الخلوص الشعاعى يركب كرسى التحميل ١١ على اللوحة الرأسية ٨ للجهاز . وبعد وضع الشريحة المصنوعة من الصلب ١٠ على الحلقة الداخلية ٢ لكرسى التحميل يثبت الاخير بالصمولة المركبة على القضيب ٩ الملحوم على اللوحة الرأسية ، ويجب فى هذه الحالة ان تدور الحلقة الخارجية ١ لكرسى التحميل بحرية . وتحدد قيمة الخلوص الشعاعى بالمؤشر ١٢ ، المثبت على ماسك القائم ١٣ حسب نتائج ثلاثة قياسات يجرى




الشكل ١٣٠ . اشكال وقطاعات تآكل كراسى التحميل الارجوحية :
أ – نتيجة للانحراف ، ب – عند انزلاق الحلقة الداخلية لكرسى التحميل على عمود الدوران، جـ – نتيجة للشد الفائق عن الحد؛ ١ – قطاعات تآكل قطع كرسى التحميل، ٢ – خلوص (فرجة) ، ٣ – تجليس بصعوبة

اخذها عند تدوير الحلقة الخارجية لكرسى التحميل بعد اخذ القياس الاول والثانى كل عند زاوية ١٢٠° .

ولقياس الخلوص المحورى يوضع كرسى التحميل على عارضتين معدنيتين صغيرتين ١٤ متساويتين بالابعاد ، بحيث تكون الحلقة الداخلية معلقة بحرية (مرتخية) (انظر الشكل ١٢٩ ، د) وبعد وضع الشريحة ١٠ من الصلب على هذه الحلقة ينزل بالمؤشر ١٢ الى ان يتلامس كعبه مع الشريحة . وتحدد قيمة الخلوص المحورى حسب قراءة سهم المؤشر ، وذلك بضغط الحلقة الخارجية ١ لكرسى التحميل على العارضتين مع تحريك الحلقة الداخلية ٢ فى الوقت نفسه باليدين الى اعلى للنهاية . ويجب ان لا يزيد الخلوص المحورى فى كراسى التحميل الارجوحية للمكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط عن ٠,٥ مم .

وعند قيم الخلوص الشعاعية والمحورية الاكبر من ذلك وكذلك عندما تلحق الاضرار ببعض قطع او اجزاء كرسى التحميل الارجوحى (تحطم الفاصل او الكريات او الاسطوانات او تفتت المعدن فى قنوات الدحرجة) يقام باستبداله بآخر جديد .

وتستبدل كراسى التحميل الارجوحية باخرى جديدة كذلك عند وجود الاضرار التالية التى تستعصى ازالتها :

– شقوق او تصدعات على الحلقات او الفواصل او الكريات (الاسطوانات) ؛

– حفر او انبعاجات على سطوح قنوات التدحرج ؛

– بوادر تقشر (تسلخ) سطوح قنوات الدحرجة لكرسى التحميل ؛

– الوان ناجمة عن الاحماء الزائد تظهر على سطوح الحلقات والفواصل والكريات (الاسطوانات) ؛

– خدوش او شروخ عميقة تقع بشكل متعامد مع طريق تدحرج الكريات (الاسطوانات) ؛

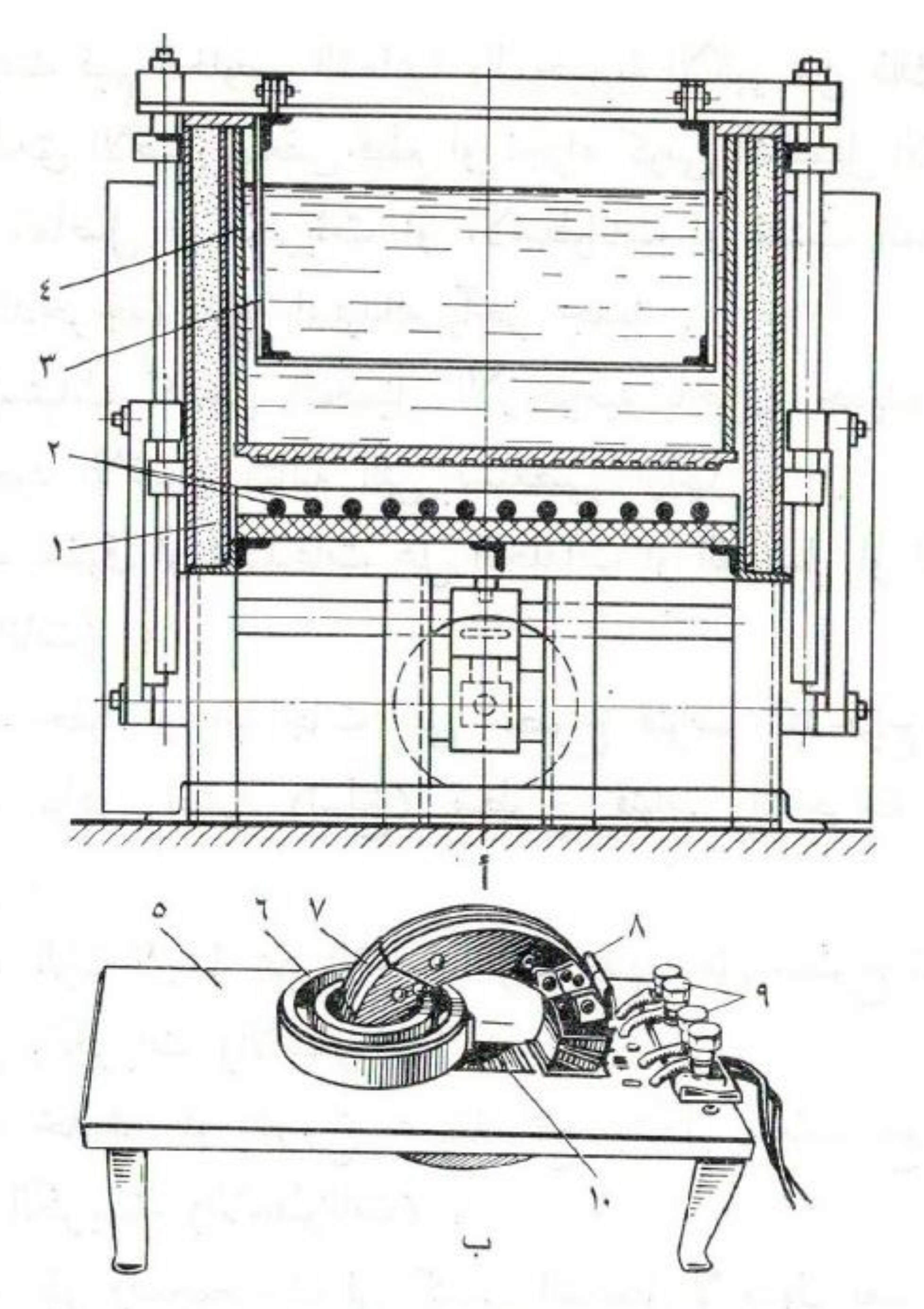
– نقر وضجيج زائد فى كرسى التحميل لا يزول بعد غسله ؛

– حفر او انبعاجات على سطح الفاصل ؛

– آثار واضحة للكريات (الاسطوانات) على قنوات الدحرجة .

ان تضرر كراسى التحميل الارجوحية ليس فقط نتيجة الاستخدام الردىء بل ايضا نتيجة الاخلال بقواعد التركيب او التسخين الخاطىء لكرسى التحميل بغرض تجليسه على عمود الدوران عند التجميع فى المصنع او عند الاصلاح الدورى .

ويجرى عادة تجليس كرسى التحميل الارجوحى على عمود الدوران بالتسخين المسبق له الى ٨٠ – ٩٠° م فى حوض الزيت .




الشكل ١٣١ . اجهزة لتسخين كراسى التحميل الارجوحية عند تجليسها على عمود الدوران :

أ – حوض الزيت ، ب – جهاز التسخين بالتأثير ؛ ١ – حشوة عازلة ، ٢ – عنصر تسخين ، ٣ – سلة رفع ، ٤ – خزان ، ٥ – لوحة ، ٦ – كرسى تحميل ، ٧ – قلب مغناطيسى ، ٨ – مفصلة ، ٩ – مآخذ ، ١٠ – ملف ابتدائى

ويحتوى حوض الزيت (الشكل ١٣١ ، أ) على خزان داخلى ٤ وسلة رفع ٣ ذات قعر شبكى ، وعناصر تسخين ٢ ممددة فى لوحة خزفية ، وتجهيزة توزيع هوائية تستخدم للتحكم فى رفع

وانزال السلة ، وجيب لتركيب ميزان الحرارة فيه لمراقبه حرارة تسخين الزيت ، وماسورة تصريف الزيت من الحوض . وتكون السلة مغطاة من الاعلى بغطائين . ويكون الغطاء الخلفى مثبتا باحكام ، واما الامامى فهو غطاء قلاب . وترتفع السلة بواسطة اسطوانة ثنائية الفعل تعمل على الهواء المضغوط ومعلقة على هيكل الحوض .

ويكون الفراغ الكائن بين جدران الغلاف مملوءا بحشوة عازلة ١ من الاسبست وذلك للتقليل من فقدان الحرارة . وعند تسخين كراسى التحميل فى الحوض تراقب قراءات ميزان الحرارة بدقة وذلك لانه قد يشتعل زيت المحولات الموجود فى الحوض عند ارتفاع الحرارة لاكثر من ١٣٠°م .

ان تسخين كراسى التحميل فى حوض الزيت منتشر بشكل واسع ، الا انه توجد له عدة نواقص. اذ ان احواض الزيت كبيرة الحجم وتتطلب دوما العناية بنظافة الزيت الموجود بداخلها حتى يمنع اتساخ كراسى التحميل عند التسخين . ويسخن كرسى التحميل مدة طويلة وبشكل غير منتظم : واكثر ما يسخن فيه هو الجزء الموجه نحو مصدر الحرارة ، الذى يقوم بتسخين الزيت فى الحوض . وقد يؤدى عدم حيطة القائمين بالعمل الى اشتعال الزيت او اصابتهم بحروق او الى نشوب حريق .

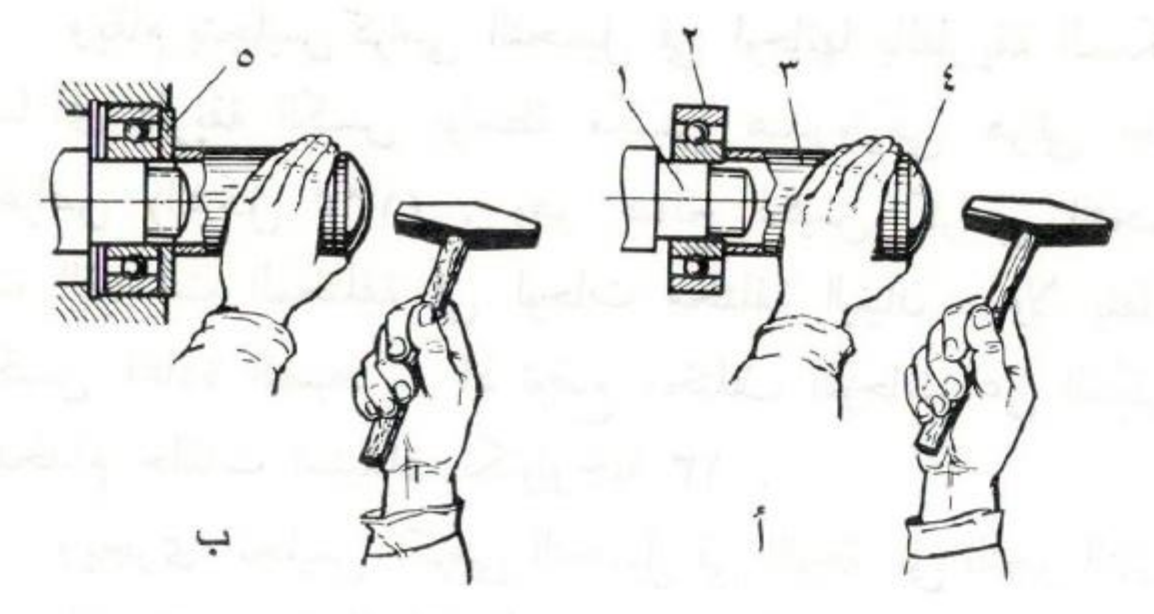
وتنعدم هذه النواقص فى طريقة التسخين بالتأثير لكراسى التحميل الارجوحية فى جهاز خاص . ويتكون جهاز التسخين بالتأثير (الشكل ١٣١ ، ب) من اللوحة ٥ ومن القلب المغناطيسى على هيئة حلقة قابلة للفك ٧ المجمع من صفائح الصلب المستعمل فى المحولات . ويكون احد قطاعى القلب مثبتا على مفصلة من النحاس الاصفر ٨ ويقلب عند تركيب كرسى التحميل ٦ لتسخينه

فى الجهاز . وقد تستعمل لتجهيز القلب المغناطيسى للجهاز قلوب محولات التيار المتضررة . ويكون الملف الابتدائى ١٠ ملفوفا على الجزء السفلى للقلب مع اطراف لحام خارجة عن كل من ١٠٠ و ١٥٠ و ٢٠٠ لفة . وتكون نهايات الملف مسحوبة نحو المآخذ ٩ . وتعمل حلقات كرسى التحميل كملف ثانوى للجهاز وهى عبارة عن لفة مقصرة ملبسة على القلب .

ويغذى الملف الابتدائى من محول نقال قياسى يعمل بفلطية قدرها ٣٨٠ — ٢٢٠/٣٦ — ١٢ فلط وبقدرة ٢٥٠ واط . وعند مرور التيار بالملف الابتدائى ينشأ تيار تأثيرى فى حلقات كرسى التحميل ويسخنها الى ٨٠ — ٩٠° م . وتفحص درجة حرارة كرسى التحميل بواسطة موازين حرارة او مجس حرارى او شمعة حرارية تستعمل لمراقبة تسخين الوصلات التلامسية للقضبان فى اجهزة التوزيع .

وتكون اجهزة التأثير قابلة للاستعمال لجميع مقاسات كراسى التحميل الارجوحية ، غير ان كل جهاز يستعمل لتسخين كراسى تحميل ذات مقاسات عدة تتوقف على ابعاد القلب وقدرة المحول المغذى للملف الابتدائى للجهاز . وتبلغ كتلة الجهاز الظاهر فى الشكل ١٣١ ، ب ٤ كغم ويسمح بتسخين كراسى تحميل من № 310 الى № 322 . ويجرى تسخين كراسى التحميل بطريقة التأثير بشكل اسرع بثلاث مرات تقريبا مما هو فى حوض الزيت .

ويكون الجهاز مركبا على لوحة مقاومة للنار من الاسبستوسمنت ويوضع عليها كرسى التحميل الجارى تسخينه . ويجلس كرسى التحميل المسخن على عمود المكنة الكهربائية يدويا بواسطة قطعة مطولة تتكون من سدادة كروية ٤ (الشكل ١٣٢ ، أ) ملبسة على




الشكل ١٣٢ . تجليس كراسى التحميل الارجوحية :
أ – على عمود الدوران ، ب – على عمود الدوران وفى تجويف لوحة كرسى التحميل ؛
١ – عمود الدوران، ٢ – كرسى التحميل ، ٣ – قطعة من ماسورة ، ٤ – سدادة ،
٥ – وردة معدنية

قطعة من ماسورة ٣ ، يعادل قطرها قطر الجزء الاوسط من حلقة كرسى التحميل ٢ .

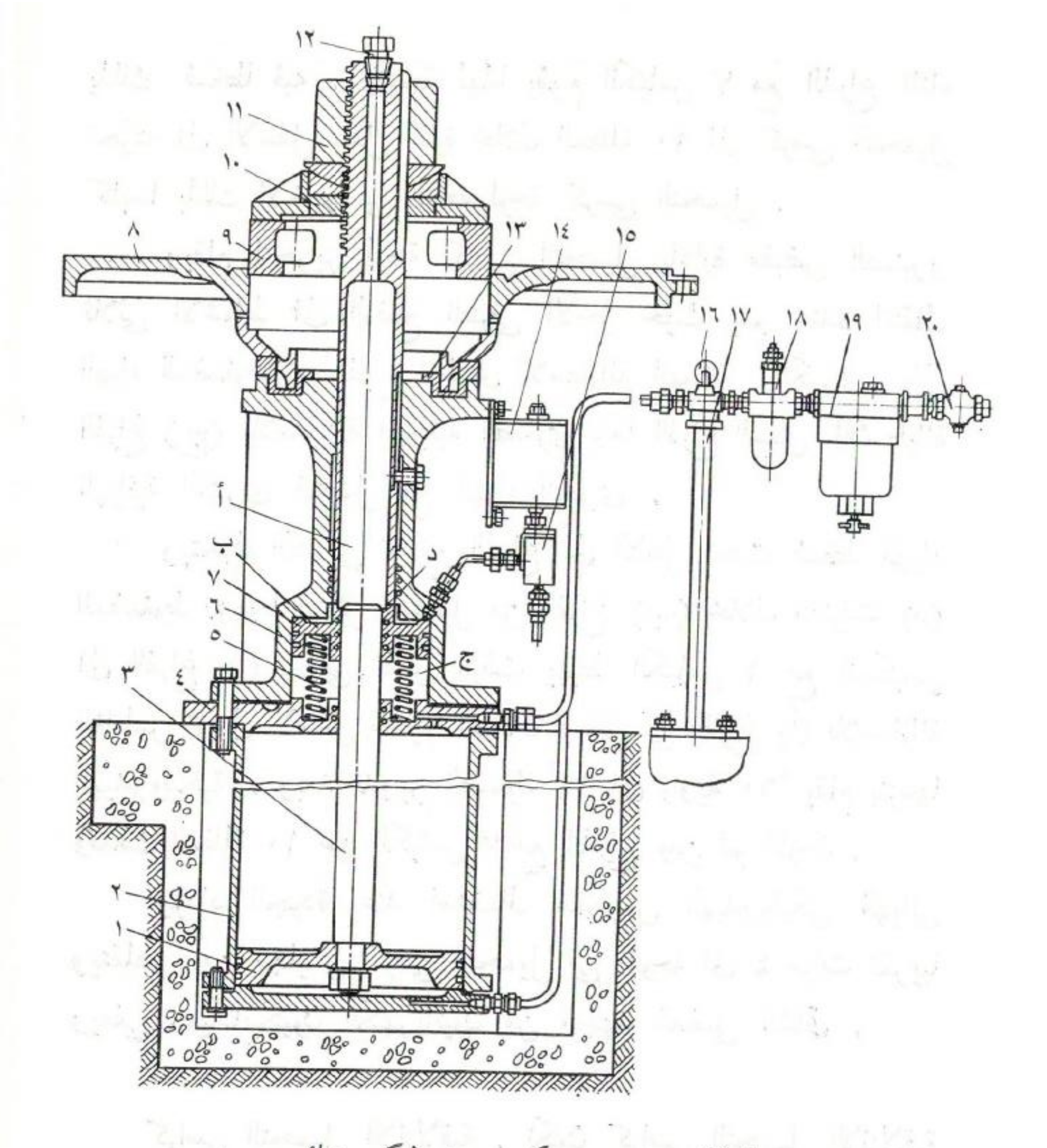
ويقام بمعالجة قطاع عمود الدوران الذى يجب ان يجلس عليه كرسى التحميل مسبقا بتنظيفه بدقة من النتوأت ، ومن ثم يغسل ويمسح حتى الجفاف . ويجرى تجليس كرسى التحميل على العمود وفى تجويف لوحة كراسى التحميل (الشكل ١٣٢ ، ب) بمساعدة قطعة مطولة ووردة معدنية ٥ . ويعالج سطح تجويف اللوحة مسبقا كذلك مثل معالجة مكان تجليس كرسى التحميل على العمود .

ولا تخلو الطرق المذكورة لتجليس كراسى التحميل على العمود من النواقص وبالاخص من امكانية انحرافات كرسى التحميل او الاضرار بحلقاته او اصابة ملف العضو الدوار او عضو التوحيد لعضو الانتاج بضربة عفوية . وعدا عن ذلك فان طريقة التجليس اليدوية مصحوبة ببذل جهد عضلى كبير .

ويقام بتجليس كراسى التحميل فى لوحاتها بالطريقة الممكننة ايضا أى بطريقة الكبس بواسطة مكبس هيدروليكى هوائى جامع الاغراض (الشكل ١٣٣) . وهو صالح لكبس كراسى التحميل ذات القياسات المختلفة فى لوحات مختلفة البنيان . ولا يتطلب المكبس اعادة الضبط : اذ توضع مختلف اللوحات على المكبس باستخدام حلقات استبدال تكنولوجية ١٣ .

ويجرى تجليس كرسى التحميل فى اللوحة على النحو التالى . تركب اللوحة ٨ مع الحلقة الخارجية ٩ لكرسى التحميل الماثلة للكبس على منضدة المكبس ومن ثم تلبس المظلة الضاغطة ١٠ والصمولة الخاصة ١١ على الكباس ٧ مع الذراع . وتوجد قلوظة حلقية متقطعة للذراع والصمولة (بسبب الشقوق المشكلة) . ومن اجل تلبيس الصمولة على العمود بحرية وحتى التلامس مع المظلة ١٠ يقام بمطابقة بروزات الصمولة مع الشقوق الطولية على الذراع وكذلك بروزات الذراع مع الشقوق فى الصمولة . وعند تدوير الصمولة الى زاوية ٦٠° يجرى اتصالها مع الذراع (بروزات احدى القطعتين تدخل فى الشقوق الحلقية للاخرى) .

ويشغل المكبس بتدوير مقبض الصنبور ثلاثى الاشواط ١٦ ، وفى هذه الحالة يجرى اتصال الفراغ السفلى للاسطوانة الهوائية الكبرى ذات القطر الداخلى البالغ ٣٤٠ مم مع الانابيب الرئيسية للهواء المضغوط فى المصنع واما الفراغ العلوى والفراغ (ج) للاسطوانة الهوائية الصغرى فيتصلان بالهواء الجوى . وينتقل الكباس ١ والمكبس الغاطس ٣ الى الاعلى تحت ضغط الهواء المضغوط وفى هذه الحالة يقوم المكبس الغاطس بازاحة السائل من الفراغ (أ) للاسطوانة الهيدروليكية خلال القنوات (د) إلى الفراغ (ب) محدثا




الشكل ١٣٣ . مكبس هيدروليكى هوائى :

١ و ٧ – كباسا الاسطوانتين الهوائية والهيدروليكية ، ٢ – الاسطوانة الهوائية الكبرى ، ٣ – مكبس غاطس ، ٤ – الغطاء العلوى للمكبس الهوائى ، ٥ – زنبرك ، ٦ – اسطوانة هيدروليكية ، ٨ – لوحة كرسى التحميل ، ٩ – الحلقة الخارجية لكرسى التحميل ، ١٠ – مظلة ضاغطة ، ١١ – صمولة ، ١٢ – سدادة ، ١٣ – حلقات تكنولوجية ، ١٤ – خزان ، ١٥ – صمام ، ١٦ – صنبور ثلاثى الاشواط ، ١٧ – قائم ، ١٨ – مخفض سرعات ، ١٩ – فرازة لفصل الماء ، ٢٠ – محبس (صمام)

بذلك ضغطا فيه . ونتيجة لهذا يقوم الكباس ٧ مع الذراع اثناء تحركه الى الاسفل بنقل القوة خلال المظلة ١٠ الى كرسى التحميل كابسا بذلك الاخير فى فتحة لوحة كرسى التحميل .

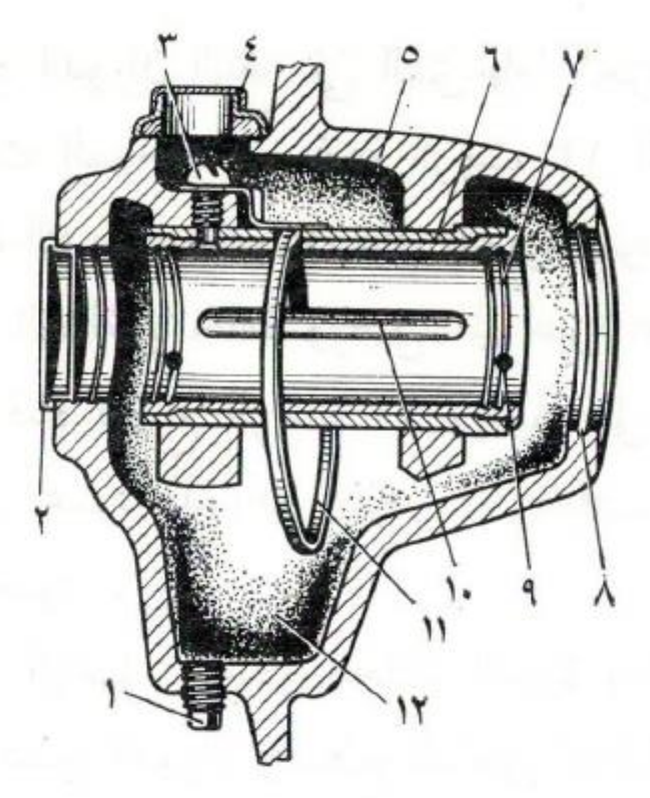
ويقام لتحرير لوحة كرسى التحميل بادارة مقبض الصنبور ثلاثى الاشواط الى الوضع الطرفى الآخر حيث يتم عنده انتقال الهواء المضغوط الى الفراغ العلوى للاسطوانة الهوائية الكبرى والى الفراغ (ج) للاسطوانة الهوائية الصغرى واما الفراغ السفلى للاسطوانة الهوائية الكبرى فيتصل مع الهواء الجوى .

ويتحرك الكباس ٧ مع الذراع الى الاعلى تحت ضغط الهواء المضغوط مزيحا لسائل التشغيل من الفراغ (ب) خلال القنوات (د) الى الفراغ (أ) . وفى نفس الوقت يهبط الكباس ١ مع المكبس الغاطس ٣ الى الاسفل محررا المكان للسائل فى الفراغ (أ) للاسطوانة الهيدروليكية . وبعد تدوير الصمولة ١١ الى زاوية ٦٠° يقام بنزعها وكذلك المظلة ١٠ عن الكباس ٧ مع الذراع ومن ثم اللوحة .

وتزداد الجودة عند استعمال المكبس الهيدروليكى الهوائى ويتقلص زمن تجليس كرسى التحميل فى اللوحة الى ٤ مرات تقريبا ويعفى الميكانيكيون الكهربائيون من الجهد العضلى الشاق .

كراسى التحميل الانزلاقية . تكون كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية مركبة بداخل لوحات كراسى التحميل او خارج حدودها ومركبة فى قوائم موضوعة على قاعدة مشتركة مع الهيكل الحامل للمكنة .

وتنجز كراسى التحميل هذه على شكل جلبة من قطعة واحدة او مجزأة ، حيث تتكون الاخيرة من نصفين (حاضنين) ، ويتم




الشكل ١٣٤ . كرسى التحميل الانزلاقى :
١ – سدادة تصريف الزيت ، ٢ – الغطاء الطرفى للهيكل ، ٣ – برغى ، ٤ – غطاء غرفة الزيت ، ٥ – هيكل كرسى التحميل ، ٦ – جلبات ، ٧ – قنوات التقاط الزيت ، ٨ – قناة فى الهيكل ، ٩ – ثقب تسييب الزيت ، ١٠ – قناة توزيع الزيت ، ١١ – حلقة التزييت ، ١٢ – غرفة الزيت

الفصل بينهما افقيا ، ويكون السطح الداخلى للجلبة مغطى بطبقة من سبيكة مقاومة للاحتكاك – بابيت . وغالبا ما يستخدم فى كراسى التحميل الانزلاقية نظام التزييت الحلقى .

وتوجد لكرسى التحميل الانزلاقى (الشكل ١٣٤) ذى التزييت الحلقى المركب فى لوحة كرسى التحميل للمحرك الكهربائى ، جلبة من الحديد الزهر ٦ مكونة من حاضنين ومركبة فى الهيكل ٥ ومثبتة فيه بالبرغى ٣ . ويوجد فى الجلبة شق توضع فيه حلقة التزييت ١١ ، التى تصنع من الصلب للمكنات الكهربائية اللاتزامنية ومن النحاس الاصفر او البرونز للمكنات العاملة بالتيار المستمر وذلك تلافيا لالتصاق الحلقة نتيجة للتمغنط . ويرقد الجزء «العلوى» للحلقة على

قطاع عنق عمود الدوران الواقع فى الشق واما الجزء «السفلى» فيكون مغمورا فى الزيت الموجود فى غرفة الزيت ١٢ لكرسى التحميل .

وتبدأ حلقة التزييت بالدوران عند تدوير عمود الدوران . ويعلق الزيت فى هذه الحالة بالحلقة ويصل الى عنق عمود الدوران ومن هناك يسقط فى قناة توزيع الزيت ١٠ ويسيل على الجلبة . ويوجد بين الجلبة وعنق عمود الدوران خلوص ، تتوقف قيمته على قطر وسرعة دوران العمود .

ان الزيت الواصل بواسطة الحلقة الدوارة يسقط فى الخلوص الكائن بين عنق عمود الدوران والسطح الداخلى للجلبة ومن جراء ذلك يعوم العنق ويدور خلال فترة عمل المحرك على طبقة رقيقة من الزيت . ويتكون فى هذه الحالة ما يدعى بالاحتكاك السائل الذى يخفض بشدة من معامل الاحتكاك ونتيجة لذلك يستطيع كرسى التحميل ان يعمل لمدة طويلة دون التعرض للتآكل الشديد . وللحيلولة دون سيلان الزيت على طول عمود الدوران توجد على الجلبة قنوات لاقطة للزيت ٧ ، متصلة بالغرفة ١٢ خلال الثقوب ٩ . وكما يبدو من الشكل فان قناة توزيع الزيت ١٠ لا تصل الى القنوات ٧ ، والا لما وقع الزيت فى الخلوص بين عنق عمود الدوران والجلبة بل قام بالدوران فى القنوات .

وتوجد قناة حلقية ٨ فى هيكل كرسى التحميل توضع فيها وردة تحشية من اللباد ، حتى لا يسقط الزيت من كرسى التحميل على الملف والاجزاء الداخلية للمحرك الكهربائى . واما الفتحة الكائنة فى طرف هيكل كرسى التحميل فمغلقة بالغطاء ٢ . ويجرى ادخال حلقة التزييت فى كرسى التحميل من خلال النافذة المغلقة بالغطاء ٤.

وغالبا ما يجرى اصلاح كراسى التحميل الانزلاقية نتيجة تآكل

او تسلخ او تفتت طبقة البابيت وانصهاره عند تسخينه الى درجة حرارة تفوق الحد المسموح به . ويجرى اظهار عيوب الحواضن بالمعاينة الظاهرية وبالصوت عند الطرق. ويكون الصوت فى كراسى التحميل ذات طبقة البابيت المحفوظة بشكل جيد صافيا ورنانا عند الطرق عليه بواسطة شاكوش صغير . واما فى حالة البابيت المتسلخ فسيكون الصوت مرتجا وأصم (بلا رنين) . ولاكتشاف الصدوع فى بابيت الحاضن يقام بتغطيسه فى الكيروسين لمدة ١٠ — ١٥ دقيقة ومن ثم يمسح حتى الجفاف ويغطى بطبقة رقيقة من طبشور محلول فى الماء . وترتسم الصدوع بوضوح على السطح المغطى بالطبشور بفضل الكيروسين المتبقى فى الصدوع .

وتزال العيوب المكتشفة باعادة صب البابيت . وتشمل عملية اصلاح كراسى التحميل باعادة الصب ، الاعمال التحضيرية والصب والمعالجة الميكانيكية واعمال الضبط .

وتنظف الحواضن اثناء عملية التحضير لصبها من الاوساخ والزيت وذلك بغسلها فى محلول الصودا الكاوية بنسبة ١٠٪ كما وتحرر من البابيت القديم الذى يصهر بواسطة تسخن الحواضن بشعلة وابور اللحام او بتسخينها فى افران كهربائية عند حرارة ٣٨٠ — ٤٠٠°م . وتزال الشحوم عن الحواضن المحررة من البابيت القديم لمدة ١ — ٣ دقائق فى محلول الصودا الكاوية بنسبة ١٠٪ المسخنة الى ٧٠ — ٨٠° م ومن ثم تغسل بالماء الساخن وتنشف بقطع قماش نظيفة . ويجرى اعداد الحواضن المنظفة من الشحوم لصبها بالبابيت على النحو التالى :

— بتنظيف السطح الداخلى بفراشى من اسلاك الصلب حتى البريق المعدنى ؛

— بتنظيف السطح الداخلى بواسطة تيار مندفع من الرمل وبالتلبيس المعدنى اللاحق ؛

— بتنظيف السطح الداخلى وتبييضه بالقصدير .

ولكل من الطرق المذكورة لاعداد حواضن كراسى التحميل لصبها بالبابيت حسنات ونواقص . فمثلا ، الاعداد للصب بالتنظيف فقط يكون بسيطا جدا فى التنفيذ ولا يتطلب معدات خاصة ولكن لا يؤمن الالتحام المتين للبابيت مع السطح الداخلى للحاضن ، بينما الاعداد للصب بطريقة التنظيف بواسطة تيار الرمل المندفع والتلبيس المعدنى اللاحق يسمح بتكوين سطح للحاضن تتحسن عنده ظروف التحامه مع البابيت الجارى صبه . غير انه لتحقيق هذا الاعداد يلزم جهاز تيار الرمل المندفع وجهاز تلبيس معدنى وغرفة لتنفيذ عمليات دفع تيار الرمل .

ويؤمن الاعداد لصب السطح الداخلى للحاضن بطريقة التنظيف والتبييض اللاحق بالقصدير متانة اكبر لالتحام البابيت مع سطح الحاضن . وبالرغم من ان هذه الطريقة لاعداد الصب تتطلب استهلاكا لمونة اللحام ووقتا اكبر الا انها منتشرة فى الممارسة العملية للاصلاح .

ويجرى تبييض الحواضن بالقصدير لصبها بالبابيت بالطريقة اليدوية للتبييض او بتغطيسها فى مصهور المونة . ويقام عند التبييض اليدوى بتغطية السطح الداخلى للحواضن المنظف حتى اللمعان بطبقة من صهور (كلوريد الخارصين) وتسخن الحواضن حتى ٢٨٠ — ٣٠٠°م ، وبعد ذلك يدلك سطحها الداخلى بقضيب من مونة القصدير والرصاص الى ان يغطى السطح بطبقة رقيقة منتظمة من القصدير . وتتطلب طريقة التبييض هذه وقتا كبيرا وتستخدم عند

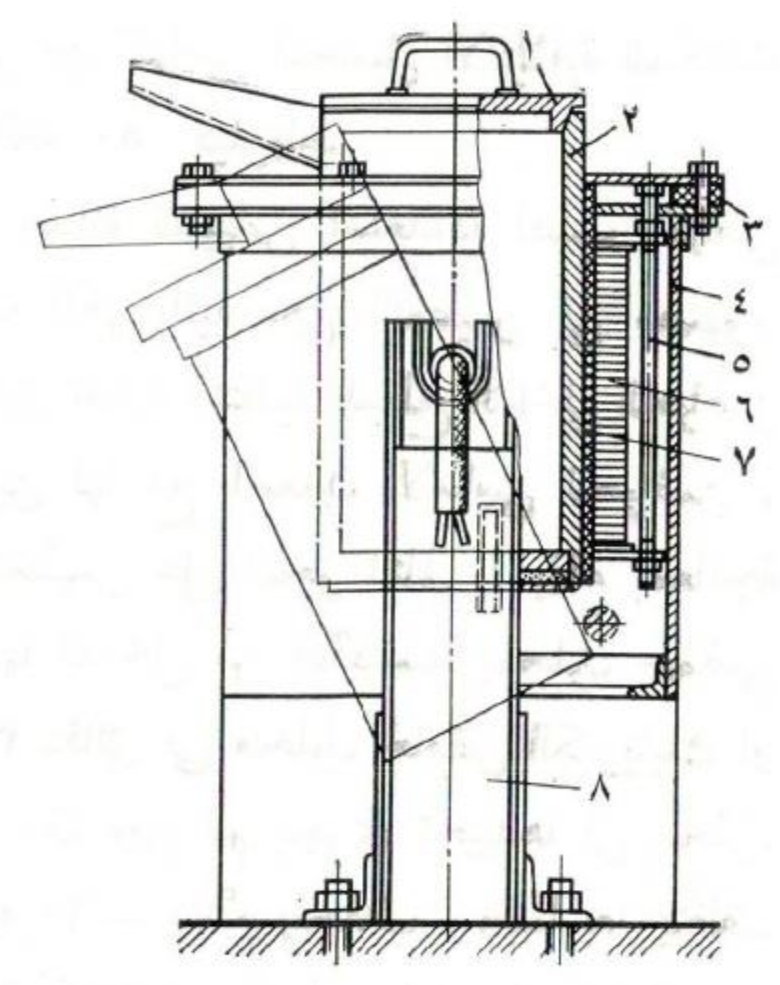
اعادة صب عدد غير كبير من كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ٥٠ كيلوواط .

وهناك طريقة اكثر حداثة للتبييض استعدادا لصب كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية وهى التغطيس فى مصهور المونة حيث يتم عندها تحقيق تغطية منتظمة للسطح الداخلى للحواض بطبقة القصدير والتحام متين لها مع المعدن الاساسى للحواض .

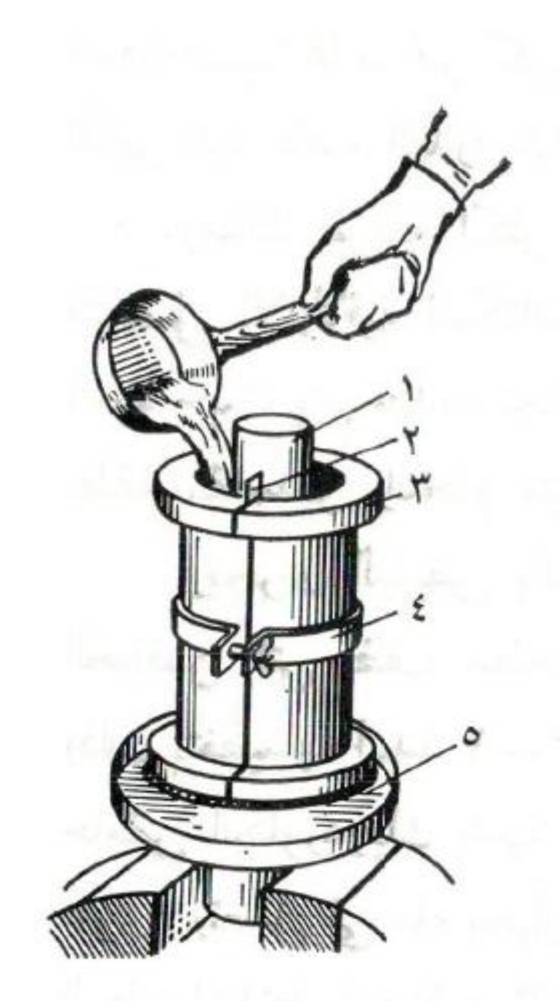
ويجرى التبييض بالتغطيس على النحو التالى : يقام بمعالجة الحواض التى نظف سطحها الداخلى من الاكاسيد بمحلول حمضى وذلك بتغطيسها لمدة ٢ ــ ٣ دقائق فى محلول حامض الكبريتيك او حامض الكلوردريك بنسبة ١٥٪ ومن ثم يجرى تحييدها فى محلول قلوى وتغسل فى ماء بحرارة ٦٠ ــ ٧٠°م وتجفف . وفيما بعد ينظف السطح الداخلى للحواض ثانية بفرشاة من الصلب واما سطحها الخارجى فيغطى بطبقة واقية مكونة عادة من جزء واحد من الطبشور وجزء واحد من غراء النجارة محلولين فى جزئين او ثلاثة اجزاء من الماء ، وبعد ذلك تجفف . ويغطى السطح الداخلى لحواض كراسى التحميل بطبقة من الصهور وذلك بتغطيسها فى حوض به كلوريد الخارصين ومن ثم تسخن الى ١٢٠°م وتغطس لمدة ٥ ــ ٧ دقائق فى حوض فيه مصهور مونة القصدير والرصاص ، وبعد ذلك تخرج الحواض وتحرر من فائض المونة بهزها .

وتشد الحواض المعدة للصب ببعضها البعض بمتانة بواسطة اطواق وتتخذ اجراءات للحيلولة دون تسرب البابيت اثناء الصب .

وتصب كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط المخصصة للاغراض الصناعية العامة بالبابيت . وعند لزوم كمية صغيرة من البابيت يجرى صهره فى




الشكل ١٣٥ . فرن تأثيرى لصهر البابيت : ١ – غطاء ، ٢ – بوتقة من الصلب ، ٣ – حلقة من الاسبستوسمنت ، ٤ – هيكل ، ٥ – صبالم شد لتثبيت الملف ، ٦ – وشيعة التأثير ، ٧ – عازل من الاسبست ، ٨ – قائم مع عروات




الشكل ١٣٦ . صب كرسى التحميل الانزلاقى بالبابيت يدويا : ١ – قضيب ، ٢ – حشوة مباعدة ، ٣ – حواضن كرسى التحميل المعد لصبه بالبابيت ، ٤ – طوق ، ٥ – صينية

بوتقة صغيرة وعند الحاجة الكبرى له يصهر فى الافران التأثيرية .

ويتكون الفرن التأثيرى (الشكل ١٣٥) من بوتقة اسطوانية من الصلب ٢ معزولة عن هيكل الفرن بالحلقة ٣ من الاسبستوسمنت ومغلقة بالغطاء ١ ؛ ومن وشيعة التأثير ٦ المعزولة عن جدران البوتقة بثلاث طبقات من الاسبست الصفائحى ٧ والمثبتة بمتانة بواسطة صبالم الشد ٥ ؛ ومن الهيكل ٤ مع مقعدات لسكب مصهور البابيت

عند صب كراسى التحميل ؛ ومن القائمين ٨ المزودين بعروات لوضع مقعدات البوتقة فيها .

ويتم تسخين البوتقة بتيار متغير بتردد قدره ٥٠ هيرتس خلال محول خفض الفلطية ٦٦٠ — ٣٨٠/٦٠ فلط . ويقام عند صهر البابيت بمراقبة حرارته بانتباه حيث لا يسمح بالتسخين الناقص او بالتسخين الزائد ، وذلك لانه فى كلتا الحالتين تنخفض قدرة التحام السبيكة بسطح كرسى التحميل وكذلك تسوء النوعية الميكانيكية لطبقة البابيت . وعند الحرارة الطبيعية للتسخين يكون لسطح البابيت لون فضى — ابيض . ويقام بمراقبة حرارة تسخين البابيت باستخدام الجدول رقم ٥ .

ويجرى صب الحواضن بالبابيت بالطريقة اليدوية (الستاتيكية) او بالطرد المركزى (الديناميكية) .

الجدول ٥

**درجات حرارة تسخين البابيت**

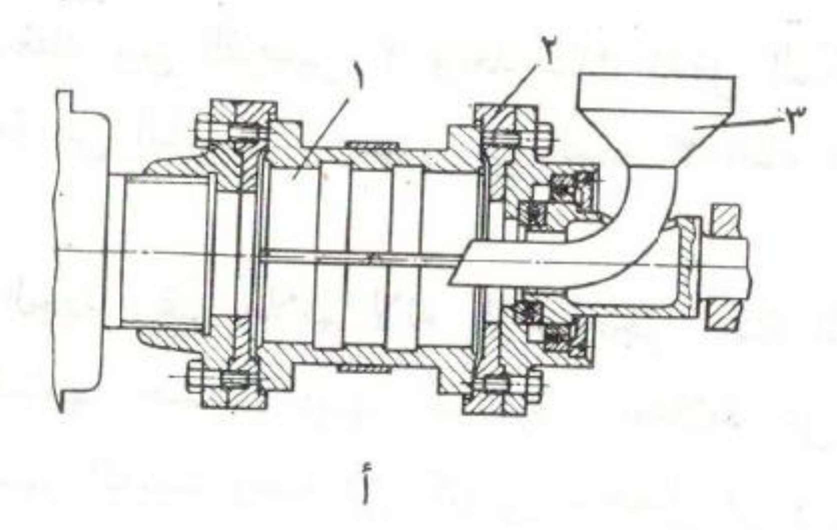
| ماركة البابيت | الحرارة، °م | | |
|---|---|---|---|
| | فى بداية الصهر | عند نهاية الصهر | عند الصب |
| Б-16 | ٢٤٠ | ٤١٠ | ٤٦٠ ± ١٠ |
| БН | ٢٤٥ | ٣٩٧ | ٤٥٠ ± ١٠ |

ملاحظة . تتوقف حرارة التسخين على ماركة البابيت . وتنسب درجات حرارة التسخين الواردة فى الجدول الى ماركات البابيت المستخدمة بشكل واسع لصب كراسى التحميل الانزلاقية للمكنات الكهربائية .

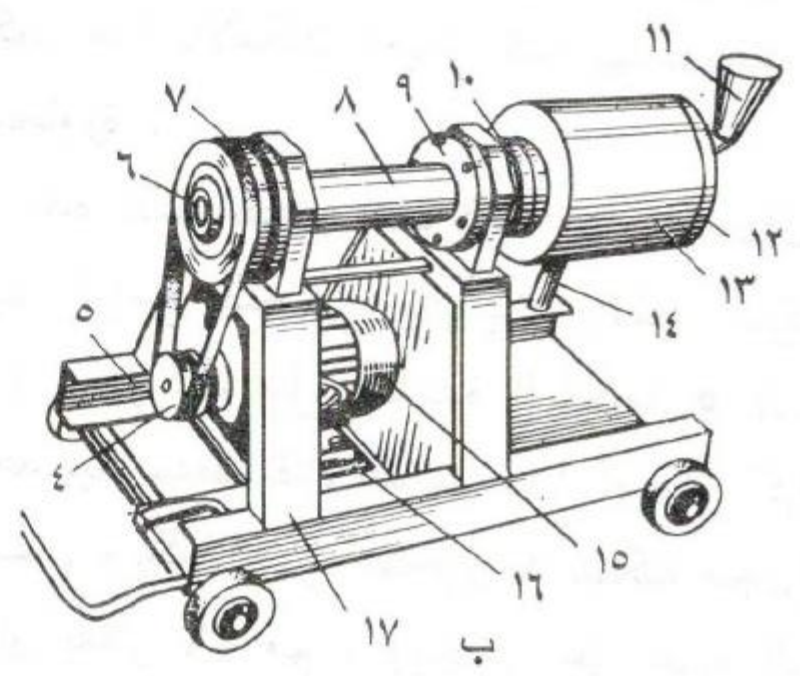
وعند الصب يدويا (الشكل ١٣٦) تركب الحواضن ٣ على الصينية ٥ المشدودة فى ملزمة ويدخل فيها (بدقة فى المركز) القضيب ١ من قطعة ماسورة من الصلب ذات قطر مناسب . ويجرى اختيار قطر القضيب مع الاخذ بعين الاعتبار تقلص البابيت (بنسبة ٠,٥ — ٠,٧٪) والاضافة المخصصة للمعالجة الميكانيكية (٣ — ٦ مم) . وفيما بعد توضع فى اماكن التقاء الحواضن حشوات مباعدة ٢ من الصلب الشريطى الغير مبيض بالقصدير ، حيث تقوم بمركزة القضيب ومنع التحام الحواضن عند الصب . وتشد الحواضن بقوة بالطوق ٤ من الصلب الشريحى بواسطة برغى مع صمولة مجنحة .

ويجب ان يعنى عند صب البابيت فى الحواضن بان ينسكب بتيار منتظم غير متقطع . ويمسك بمغرفة الصب الحاوية على البابيت قريبا من الحواضن لتلافى التبريد السريع لتيار البابيت . وقد يؤدى عدم مراعاة هذه الشروط الى تكوين الطبقات وقشور الاكاسيد التى تخفض بحدة من قوة الالتصاق فى اماكن تلامس البابيت البارد مع معدن الحواضن . وتستخدم هذه الطريقة لصب كراسى التحميل الانزلاقية بالبابيت فى الورشات الكهربائية للمؤسسات عندما تكون كميات الصب صغيرة .

وفى حالة العدد الكبير للمكنات الكهربائية ذات كراسى التحميل الانزلاقية ، الواقعة فى حيز التشغيل ، وحينما يضطر عند اصلاحها الى اعادة صب العديد من كراسى التحميل يقام باستخدام الصب بالطرد المركزى الذى يضمن اقل استهلاك لمادة البابيت بسبب اختصار التطويل من اجل المعالجة ، وكذلك الكثافة العالية لطبقة البابيت والتلاصق المتين له مع السطح الداخلى للحواضن . ويسكب البابيت المصهور الى داخل الكرسي الحامل الدوار حيث




أ




ب

الشكل ١٣٧ . صب كراسى التحميل الانزلاقية بالطرد المركزى :
أ – فى جهاز يركب على مكنة الخراطة ، ب – فى مكنة نقالة (الغلاف منزوع) ؛
١ – حواضن ، ٢ – قرص ، ٣ و ١١ – اقماع ، ٤ و ٧ – بكرات تدوير ،
٥ – قاعدة حاملة ، ٦ – رأس ، ٨ – عمود محور ، ٩ و ١٣ – صناديق محور ،
١٠ – حلقة مانعة ، ١٢ – غطاء ، ١٤ و ١٧ – قوائم ، ١٥ – محرك كهربائى ،
١٦ – لوح تحت المحرك الكهربائى

يلتصق باحكام على سطحه الداخلى تحت تأثير القوة الطاردة المركزية .

ويجرى صب كراسى التحميل بالطرد المركزى باستخدام جهاز يركب فى ظرف مكنة الخراطة او فى مكنة نقالة . وعند الصب فى الجهاز (الشكل ١٣٧ ، أ) يقام بتسخين الحاضن ١ الى ٢٠٠ –

٢٦٠°م وضغطه بين القرصين ٢ وبعد ذلك تشغل المكنة وتسكب الكمية اللازمة من البابيت المصهور فى القمع ٣ اثناء دوران عمود المحور .

وهذا الجهاز غير ملائم لانه يلزم حجز مكنة الخراطة التى يمكن استخدامها حسب غايتها المباشرة . وعلاوة على ذلك فانه يضطر الى صهر البابيت وصبه فى كراسى التحميل فى ورشة الخراطة حيث لا يكون هذا بالامكان احيانا كما يهدد بخطر عاملين على المكنات المجاورة .

وتزال هذه المضايقات المذكورة عند استعمال مكنة نقالة خاصة لصب كراسى التحميل بالبابيت بالطرد المركزى (الشكل ١٣٧ ، ب) . ويركب على القاعدة الملحومة ٥ للمكنة والمنجزة من قضبان حديدية بمقطع قناة القائمان ١٧ لهياكل كراسى التحميل ذات الكريات . ويكون عمود المحور ٨ للمكنة مجهزا من ماسورة سميكة الجدار بقطر ٧٦ مم . ويجلس على عمود المحور كرسيا تحميل بكريات محشوران فى صندوقى المحور ٩ ، وبكرة تدوير ٧ بقناتين لسيور اسفينية المقطع ، وحلقة مانعة ١٠ ملحومة على عمود المحور . وهناك صمولة ملحومة بالداخل على نهاية عمود المحور ذات قلاووظ يشد فيها برغى طرد ذو الرأس ٦ المربع الشكل .

واما النهاية الثانية لعمود المحور (من جهة الحلقة المانعة) فهى مقلوظة ويركب عليها صندوق المحور ١٣ من الحديد الزهر ذو السطح الداخلى المقور على شكل مخروط . ويدخل فى صندوق المحور قرص الطرد وكرسى التحميل الماثل للصب والموضوع مسبقا فى جلبة انتقالية من الحديد الزهر. ويوجد على طول الجلبة شق طولى.

وتتطابق مخروطية السطح الخارجى للجلبة مع مخروطية السطح الداخلى لصندوق المحور . ويكون السطح الداخلى للجلبة اسطوانيا ومطابقا للقطر الخارجى لكرسى التحميل .

ويغلق الصندوق الموضوع بداخله قرص الطرد وكراسى التحميل فى الجلبة الانتقالية بالغطاء ١٢ الذى يثبت ببراغى . وتوجد فى مركز الغطاء فتحة لتمرير ماسورة القمع ١١ التى تملأ من خلالها كراسى التحميل بالبابيت المصهور ويكون القمع مع الماسورة الملحومة فيه مثبتا على القائم الدوار ١٤ ، الذى يثبت وضعه بتجهيزة زنبركية بعد تركيب كراسى التحميل وتثبيت الغطاء وادخال الماسورة الخارجة من القمع فى فتحة الغطاء .

ويقع على القاعدة الحاملة ، تحت عمود محور المكنة اللوح ١٦ ، الذى يركب عليه المحرك الكهربائى ١٥ بقدرة ١,٧ كيلوواط وبسرعة دوران ١٤٢٠ دورة/دقيقة . ويوجد على القاعدة الحاملة برغى لتوصيل المكنة بشبكة التأريض . وتكون بكرة التدوير ٤ مجلسة على عمود دوران المحرك . ويتم نقل الحركة (١ : ٢) من بكرة المحرك الى البكرة على عمود محور المكنة بسيور اسفينية المقطع . وتغطى جميع الاجزاء الدوارة ما عدا صندوق المحور ١٣ ، بغلاف قابل للرفع . ولصب كراسى التحميل ذات الابعاد المختلفة توجد للمكنة عدة جلب انتقالية تطابق اقطارها الداخلية الاقطار الخارجية لكراسى التحميل . واما تجويف السطح الداخلى لصندوق المحور فهو معد لتركيب جلبة انتقالية لكراسى التحميل ذات القطر الاكبر . ويقوم بصب كرسى التحميل عامل واحد .

ويقام بادخال كرسى التحميل المعد للصب والمسخن فى الجلبة الانتقالية التى توضع مع كرسى التحميل فى صندوق المحور

الذى يوضع فيه مسبقا قرص الطرد . ويغلق صندوق المحور بغطاء يثبت باربعة براغى . وبعد ذلك يجرى ادخال ماسورة القمع الى جوف صندوق المحور ؛ ويثبت وضع القمع ببرغى ايقاف . ويسخن القمع والماسورة بشعلة جهاز تسخين بالغاز ، ويدار محرك المكنة ويبدأ الصندوق بالدوران مع الجلبة وكرسى التحميل . وتفتح ماسورة التفريغ للبوتقة الكهربائية وتسكب الكمية اللازمة من البابيت المصهور فى القمع . وتترك المكنة تعمل لمدة ١٥ دقيقة ومن ثم توقف . وبانقضاء ٣٠ — ٤٠ دقيقة بعد ايقاف المكنة يثبت وضع الصندوق ببرغى الايقاف ويبعد القمع ويفتح غطاء الصندوق .

ويجرى ادخال مفتاح خاص من الجهة المعاكسة لعمود المحور ، يدار بواسطته البرغى ويضغط على قرص الطرد . وتخرج الحواضن مع الجلبة الانتقالية من الصندوق تحت ضغط القرص . ويحرر كرسى التحميل بسهولة من الجلبة الانتقالية وذلك بالضغط بشفرة المفك على القطاع الطولى للجلبة . ويجرى تبريد كرسى التحميل ، واما على المكنة فيقام بتركيب كرسى التحميل التالى الذى يعد اثناء دوران كرسى التحميل الاول فى المكنة. ويجب عند صب كراسى التحميل ارتداء قفازات من نسيج مشمع ونظارات واقية .

وتفحص نوعية الصب بعد تبريد كرسى التحميل . اذ يجب ان يكون لسطح البابيت لون فضى باهت . ويدل الاصفرار على زيادة تسخين كرسى التحميل ويجب اعادة صبه . ويجب عند الطرق بالشاكوش ان يصدر عن كرسى التحميل صوت معدنى صاف (بلا ارتجاج) . وعند استخدام طريقة صب الحواضن بالطرد المركزى ينخفض استهلاك البابيت بمقدار ٨ — ١٠٪ ومصاريف العمل بمقدار ٣٠٪ ، وعلاوة على ذلك ترتفع نوعية الصب لدرجة كبيرة بالمقارنة

مع صب البابيت يدويا . ولقد اوردت سرعة دوران كراسى التحميل عند صبها بالبابيت بطريقة الطرد المركزى فى الجدول رقم ٦.

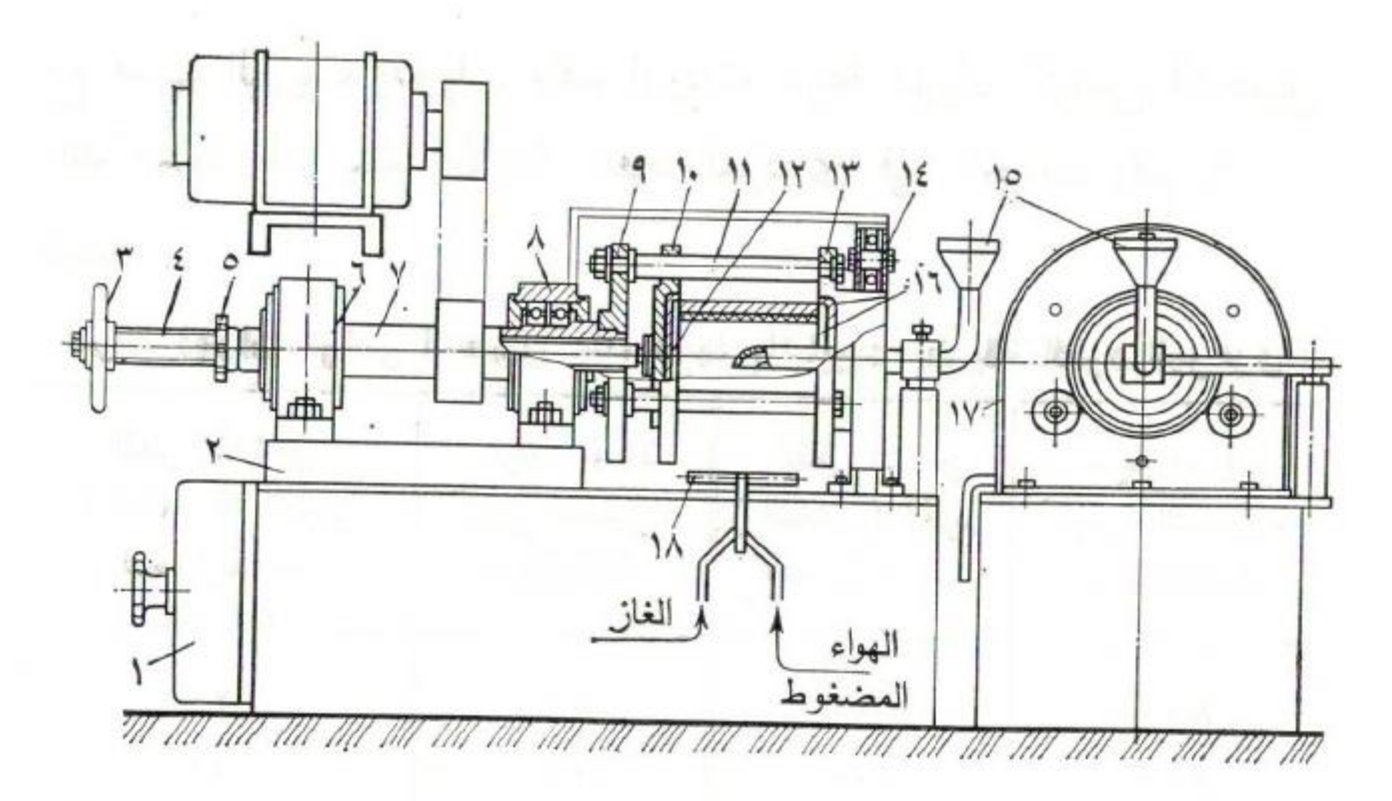
الجدول ٦

**سرعة دوران كراسى التحميل عند صبها بالبابيت بطريقة الطرد المركزى**

| القطر الداخلى (المقدر) لكرسى التحميل، مم | سرعة دوران كرسى التحميل، دورة/دقيقة | القطر الداخلى (المقدر) لكرسى التحميل، مم | سرعة دوران كرسى التحميل، دورة/دقيقة |
|---|---|---|---|
| ٣٠ | ١٥٠٠ | ٩٠ | ٨٥٠ |
| ٤٠ | ١٢٥٠ | ١٠٠ | ٨١٠ |
| ٥٠ | ١١٥٠ | ١١٠ | ٧٧٠ |
| ٦٠ | ١٠٥٠ | ١٢٠ | ٧٤٠ |
| ٧٠ | ٩٥٠ | ١٣٠ | ٧١٠ |
| ٨٠ | ٩٠٠ | ١٤٠ | ٦٨٠ |

ويجرى صب كراسى التحميل الانزلاقية فى مؤسسات الاصلاح الكهربائى المختصة ، التى تقوم سنويا باصلاح عدة آلاف من المكنات الكهربائية بالبابيت بواسطة مكنات صب ثابتة تشاهد تركيبتها فى الشكل ١٣٨ .

يكون كرسيا التحميل ٦ و ٨ اللذان يدور فيهما عمود المحور ٧ مركبين على القاعدة ٢ . وهناك ظرف مركب على الطرف الامامى لعمود المحور ويستخدم لتثبيت كرسى التحميل الجارى صبه ويتكون من ثلاث طبع (اقراص) : الخلفية ٩ المركبة على عمود المحور ٧ ، والامامية ١٣ المثبتة باحكام مع الخلفية بثلاث صبالم ١١، والوسطية ١٠ المركبة على هذه الصبالم. وبمقدور الطبعة الوسطى التنقل على طول الصبالم تحت تأثير ذراع الكبس ٤ المركب فى




الشكل ١٣٨ . مكنة ثابتة لصب كراسى التحميل الانزلاقية بالبابيت بطريقة الطرد المركزى :
١ – مغير مقاومة ، ٢ – قاعدة ، ٣ – حدافة ، ٤ – ذراع كبس ، ٥ – صمولة قافلة ، ٦ و ٨ – كرسيا تحميل امامى وخلفى ، ٧ – عمود محور ، ٩ و ١٠ و ١٣ – طبع خلفية ووسطى وامامية ، ١١ – صبلمة مباعدة ، ١٢ و ١٦ – وردتان متغيرتان ، ١٤ – اطار قابل للفصل ، ١٥ – قمع السكب ، ١٧ – ركيزة ذات اسطوانات ، ١٨ – سخان يعمل على الغاز

تجويف عمود المحور والمزود بالحدافة ٣ . وتوجد قلوظة داخلية للطرف الخلفى لعمود المحور . ويجرى دعم الطرف الامامى للظرف بثلاث ركائز ذات اسطوانات ١٧ (ويمكن استخدام كراسى تحميل ذات كريات) مركبة على الاطار ١٤ القابل للفصل . وتجرى ادارة عمود المحور للمكنة بواسطة محرك كهربائى عرضى بعدد دورات قابل للضبط (٦٠٠ — ١٤٠٠ دورة/دقيقة) بواسطة مغير المقاومة ١ .

وتعمل مكنة الصب على النحو التالى : يوضع كرسى التحميل المعد للصب بين الطبعتين ١٣ و ١٠ بواسطة الوردتين ١٢ و ١٦

المتغيرتين ويثبت من الطرفين بطريقة تدوير ذراع الكبس ٤ . وتقى الصمولة القافلة ٥ ذراع الكبس من الانفلات اثناء عمل المكنة . ويقام بعد تركيب وتثبيت كرسى التحميل فى الظرف ، بتشغيل المكنة واكساب الظرف ادنى سرعة . ومن ثم يشغل سخان الغاز ١٨ الذى يستخدم لتسخين كرسى التحميل قبل صبه الى درجة الحرارة المذكورة فى الجدول رقم ٥ . ويستخدم السخان هذا نفسه لتوصيل الهواء المضغوط عند تبريد كرسى التحميل بعد صبه . ويجرى مع التسخين فى آن واحد تنظيف السطح الداخلى لكرسى التحميل (اثناء الدوران) بفرشاة طويلة من الصلب .

ويجرى بعد تنظيف وتسخين كرسى التحميل اطفاء السخان وتهوية تجويف كرسى التحميل بالهواء المضغوط والمباشرة بصبه . ويقام لهذا الغرض بتركيب قمع السكب ١٥ فى وضع التشغيل (يكون القمع مبعدا الى جانب عادة) وضبط المحرك الكهربائى بواسطة مغير المقاومة على سرعة الدوران المطلوبة . وتحدد سرعة دوران الظرف تبعا لمقاس كرسى التحميل . ولا يسمح بصب كراسى التحميل الباردة والمسخنة الى درجة غير كافية وذلك لتلافى انسلاخ البابيت عن الجدران .

ويجب انجاز الصب بتيار (سيل) المصهور المستمر . ويؤدى انقطاع التيار الى تسلخ الصب . ويجرى الصب بواسطة مغرفة صب خاصة مدرجة بتقسيمات تدل على حجم المعدن فى المغرفة .

ومن الضرورى قبل ملء المغرفة تحريك البابيت الواقع فى البوتقة بواسطة جاروف خشبى وازالة الخبث عن سطحه . ويجب بعد الصب ان يستمر كرسى التحميل فى الدوران حتى تتصلب السبيكة كليا ولكن ليس اقل من ٥ دقائق . وللتعجيل فى التبريد

وللحصول على تكوين افضل للبابيت يقام بتبريد كرسى التحميل بتيار هواء مضغوط يدخل فى السخان ١٨ . ويرفع كرسى التحميل عن المكنة بعد تبريده كليا ويحرر من قطع التثبيت والاطواق وينظف من الحشوة الاسبستية وتفحص جودة الصب ، كما ذكر سابقا . فاذا لم يوجد هناك اى عيب كان ، يعرض كرسى التحميل للمعالجة بالخراطة ومن ثم بالبرادة .

ويقام بعد الصب فى كراسى التحميل ذات الحواضن المنفصلة بفصل الاخيرة عن بعضها البعض وتنظيف اماكن الانفصال وتركيب حشوات ضبط بين نصفى الحاضن من النحاس وبسمك كلى ٠,٨ — ١,٢ تسمح عند التشغيل اللاحق بتقليل الخلوص بين عمود الدوران والحاضن على قدر تآكل طبقة البابيت فى كرسى التحميل . ويثبت كلا النصفين مع الحشوات ببعضهما بطوق وبعد ذلك يخرط تجويف كرسى التحميل .

ومن ثم يجرى فتح قنوات التشحيم (توزيع الزيت) . وفى كرسى التحميل الانزلاقى الذى يعمل جيدا يقوم العمود «بالعوم» على الشحمة وبالنتيجة تتشكل بين العمود والحاضن طبقة رقيقة من الزيت تكون هى الاساس لعمل كرسى التحميل ، وذلك لانه عند وجود هذه الطبقة يتوقف احتكاك العمود بالحاضن ويحدث الانزلاق المتبادل فحسب بين جزيئات الزيت داخل طبقة الشحمة . وبما ان العمود يعوم على الشحمة فقد يكون الضغط على طبقة الشحمة كبيرا جدا ، ولذا يجب ان يكون كرسى التحميل بشكل لا يستطيع معه الزيت ان ينضغط من اسفل عنق المحور .

ومن وجهة النظر هذه فان قنوات توزيع الزيت المصلبة غير ملائمة وذلك لان الزيت سوف يتسرب بواسطتها من تحت العمود .

والقنوات الاكثر فعالية هى قنوات الزيت الطولية المارة فقط بتلك الاماكن (عادة من الجانب) ، التى يكون فيها ضغط العمود على الحاضن ادنى ما يكون . ويجب ان لا تصل القنوات الى حافة الحاضن وان لا تتصل بقنوات التقاط الزيت . وتحفر مثل هذه القنوات بواسطة ازميل حفر او تفتح على مكنة الخراطة بتغذية قلم القطع مع العربة على طول قاعدة المكنة عند ثبات عمود المحور . ويمكن على مكنة الخراطة فتح قنوات لحلقة التزييت عند تجهيز حاضن جديد . ويوضع الحاضن باختلاف المركز مع خط محور الظرف وبعد ذلك تفتح قناة بقلم القطع . وتخرط قنوات التقاط الزيت على اطراف الحاضن بقلم القطع (عند التركيب الطبيعى للحاضن) .

واما الاقنية الموزعة والملتقطة للزيت فى كراسى التحميل التى يكون فيها قطر عنق العمود ٢٠ — ١٥٠ مم فتفتح بعرض ٣ — ٦ مم وبعمق ١,٥ — ٣ مم .

ويقام بعد خراطة كرسى التحميل وفتح قنوات توزيع والتقاط الزيت بكشط كرسى التحميل وفقا للعمود ، كما جاء فى الباب الاول . ويقام فى كراسى التحميل الانزلاقية المنفصلة بكشط الحاضنين العلوى والسفلى فى البداية على انفراد ، ومن ثم كليهما معا مرة اخرى بعد توحيدهما ببعضهما البعض .

ويقام بانتهاء عمليات كشط وتركيب كرسى التحميل فى مكانه بفحص وجود الخلوص المطلوب بين عنق المحور والسطح التشغيلى لكرسى التحميل بواسطة مقياس تحسس .

وفى المكنات الكهربائية ذات سرعة الدوران الزائدة عن ١٠٠٠ دورة/دقيقة وذات كراسى التحميل الانزلاقية مع التزييت الحلقى

يجب ان تكون قيم الخلوص المسموحة بها بين عنق العمود وكرسى التحميل بحدود : ١٢,٠ — ١٧,٠ مم عند قطر الاعمدة ٨٠ — ١٢٠ مم ؛ ١٥,٠ — ٢١,٠ عند القطر ١٢٠ — ١٦٠ مم .

## البند ٤٤ . اصلاح ملفات المكنات الكهربائية

معلومات اساسية عن الملفات . لقد وردت فى هذا الفصل معلومات عن الملفات وعن طرق الاصلاحها فقط بنفس القدر الذى يجب على الميكانيكى الكهربائى ان يعرف عنها ، وذلك لانجاز عمليات البرادة الكهربائية لاصلاح المكنات الكهربائية بكفاءة .

ويتركب ملف المكنة الكهربائية من لفات ووشائع ومجموعات وشائعية .

ويدعى باللفة سلكان موصولان ببعضهما على التوالى وواقعان تحت قطبين متجاورين مختلفين . ويحدد العدد اللازم (العام) لفات الملف بالفلطية المقدرة للمكنة واما مساحة مقطع الاسلاك فتحدد بتيار المكنة . وقد تتكون اللفة من عدة اسلاك متوازية .

الوشيعة هى عبارة عن عدة لفات موصولة ببعضها على التوالى وممددة حسب اطرافها الملائمة فى شقين . وتدعى اجزاء الوشيعة الممددة فى شقوق القلب بالاجزاء الشقية او الفعالة واما الواقعة خارج الشقوق فتدعى بالاجزاء الجبهية .

ويدعى بخطوة الوشيعة عدد التقسيمات الشقية المحصورة بين مراكز الشقوق التى تمدد فيها اطراف اللفة والوشيعة . وقد تكون خطوة الوشيعة قطرية او مقصرة . وتدعى بالقطرية خطوة الوشيعة التى تعادل

تقسيمة القطب واما المقصرة فهى خطوة الوشيعة التى تقل بعض الشيء عن الخطوة القطرية .

والمجموعات الوشائعية هى عبارة عن عدة وشائع موصولة على التوالى لطور واحد ، وتقع اطرافها تحت قطبين متجاورين .

والملف هو عبارة عن عدة مجموعات وشائعية ممددة فى شقوق وموصولة حسب مخطط معين .

ان احد الدلائل المميزة لملف المكنة الكهربائية العاملة بالتيار المتردد هو عدد الشقوق للقطب والطور ($q$) الذى يبين كم طرف وشائعى لكل طور يعود لقطب واحد من الملف . وبما ان الاطراف الوشائعية للطور الواحد والواقعة تحت قطبين متجاورين للملف تشكل مجموعة وشائعية فان العدد ($q$) يدل على كمية الوشائع التى تتكون منها المجموعات الوشائعية لهذا الملف .

وتقسم ملفات المكنات الكهربائية الى انشوطية وموجية ومركبة . وقد تكون ملفات المكنات الكهربائية حسب ملء الشقوق احادية او ثنائية الطبقة على حد سواء . وفى حالة الملف احادى الطبقة يحتل طرف الوشيعة كل الشق بعمقه (بارتفاعه) ، وفى حالة الملف ثنائى الطبقة ينشغل نصف الشق فقط ، واما النصف الآخر من هذا الشق فيملأه الطرف المناسب لوشيعة اخرى .

وتتوقف طرق وضع الملفات فى الشقوق على شكل الاخيرة . وقد تكون شقوق الاعضاء الساكنة والدوارة واعضاء الانتاج للمكنات الكهربائية حسب الانواع التالية :

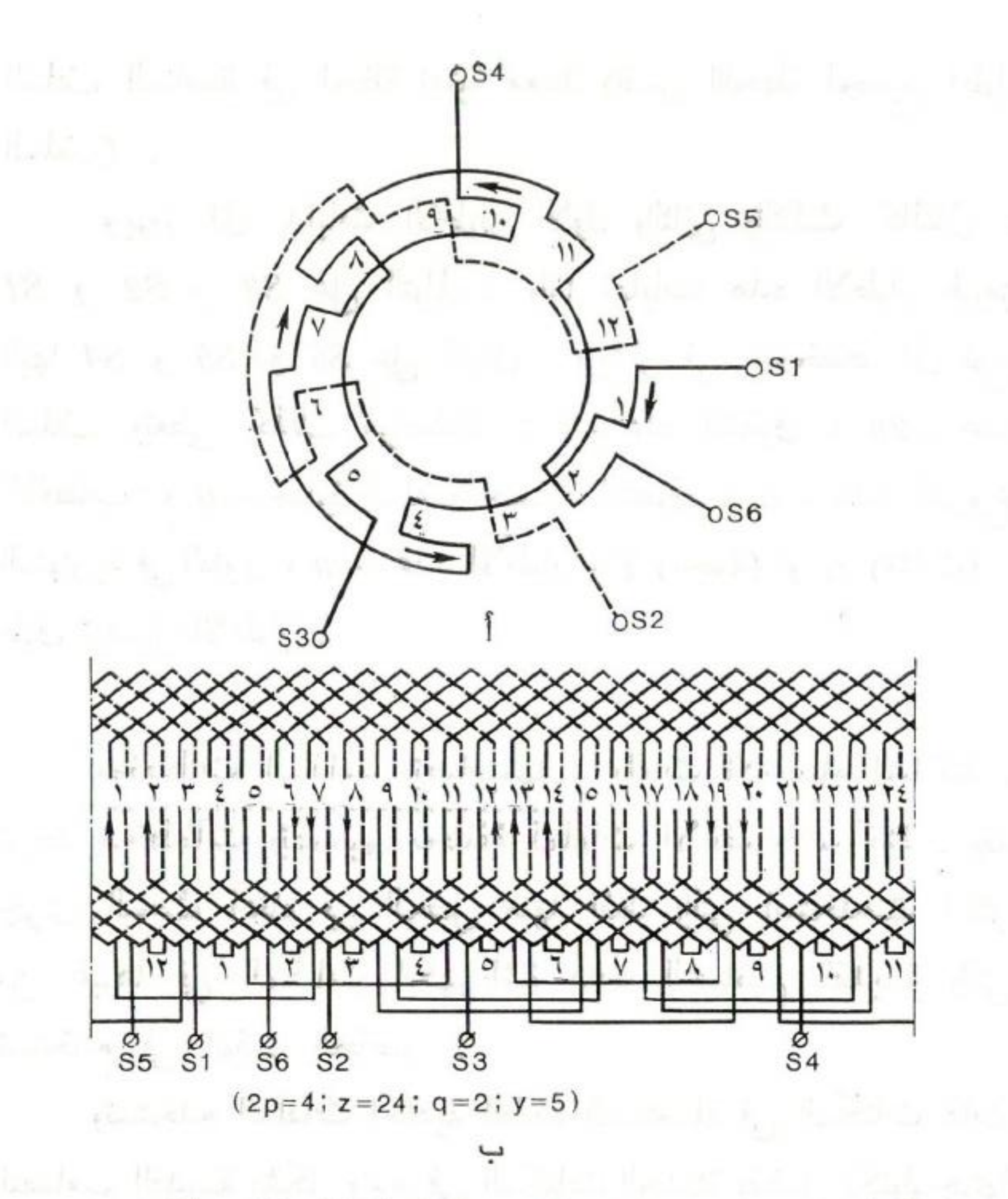
المغلقة — التى يجرى ادخال اسلاك الوشيعة فيها من طرف القلب ، النصف مغلقة — التى توضع فيها اسلاك الوشيعة ، كل على حدة ، خلال الفتحة الضيقة للشق ، النصف مفتوحة — التى توضع

(«تسقط») فيها وشائع جسيئة مقسمة الى وشيعتين فى كل طبقة ، والمفتوحة — التى توضع فيها وشائع جسيئة .

ويقام فى المكنات ذات التصاميم القديمة بتثبيت الملفات فى الشقوق بواسطة اسافين من الخشب واما فى المكنات الحديثة — فبواسطة اسافين من مختلف المواد الصلبة العازلة او بضمادات . وقد ظهرت مختلف اشكال الشقوق للمكنات الكهربائية فى الشكل ٩٨.

وتنجز ملفات المكنات الكهربائية طبقا للرسم الذى تظهر عليه مخططاتها بشكل اصطلاحى ، وهى عبارة عن شكل تخطيطى لمفرود محيط دائرة العضو الساكن او العضو الدوار او عضو الانتاج . وتدعى المخططات كهذه بالمفرودة . ويمكن استخدام هذه المخططات لاظهار ملفات جميع انواع المكنات الكهربائية سواء العاملة بالتيار المستمر او المتردد ، غير انه غالبا ما تستخدم فى الآونة الاخيرة فى الممارسة العملية للاصلاح مخططات جانبية تتميز ببساطة تصميمها وبوضوحها الاكثر وذلك لاظهار مخططات الملفات ثنائية الطبقة للاعضاء الساكنة للمكنات الكهربائية العاملة بالتيار المتردد . ويشاهد فى الشكل ١٣٩ ، أ مخطط جانبى لملف ثنائى الطبقة للعضو الساكن فى المكنة رباعية الاقطاب واما فى الشكل ١٣٩ ، ب فيشاهد المخطط المفرود المطابق لهذا الملف .

وترسم مخططات الملفات عادة فى مسقط واحد . ولسهولة تمييز موقع الوشائع فى شقوق القلب ترسم فى مخططات الملفات ثنائية الطبقة اطراف الملفات فى الجزء الشقى بخطين متجاورين — مستمر ومتقطع (بشرطة ونقطة) ، ويرمز الخط المستمر الى طرف الوشيعة الممددة فى الجزء العلوى من الشق واما الخط المتقطع




الشكل ١٣٩ . مخططات الملف ثلاثى الاطوار ثنائى الطبقة :
أ — مخطط جانبى ، ب — مخطط مفرود

فيرمز الى الطرف السفلى للوشيعة الممددة فى قاع الشق . ويشار فى اماكن قطع الخطوط الرأسية الى ارقام شقوق القلب . وترسم الطبقتان السفلى والعليا للاجزاء الجبهية بخطوط متقطعة ومستمرة على التوالى .

واما السهام الموضوعة فى بعض المخططات على عناصر الملف فتدل على اتجاه القوة الدافعة الكهربائية او التيارات فى عناصر

الملف المناسبة فى لحظة زمنية معينة (نفس اللحظة لجميع اطوار الملف) .

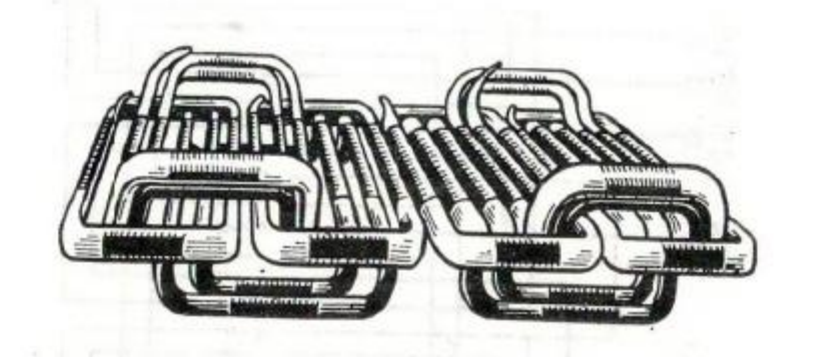
ويرمز الى بدايات الاطوار الاول والثانى والثالث كالتالى : $S1$ و $S2$ و $S3$ على التوالى ، واما نهايات هذه الاطوار فيرمز اليها $S4$ و $S5$ و $S6$ على التوالى . ويشار فى المخطط الى نوع الملف وتعطى كذلك مواصفاته : $z$ — عدد الشقوق ، $2p$ — عدد الاقطاب ، $y$ — خطوة الملف حسب الشقوق ، $a$ — عدد الفروع المتوازية فى الطور ، $m$ — عدد الاطوار ، Y (نجمة) او △ (مثلث) — طرق توصيل الاطوار .

مخططات الملفات وتصاميمها . ملفات الاعضاء الساكنة .

توجد مخططات وتصاميم مختلفة لملفات الاعضاء الساكنة . وقد جرى البحث ادناه فى البعض منها فقط والتى استخدمت اكثر من غيرها فى المكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة والتى تستخدم فى الوقت الحاضر .

وتستخدم الملفات احادية الطبقة المستعملة فى المكنات ذات التصاميم القديمة بشكل واسع فى المكنات الحديثة بفضل تكنولوجيتها العالية التى تسمح باجراء لف الملفات بالطريقة الممكننة — على مكنات لف خاصة . والعدد العام لوشائع الملف احادى الطبقة يعادل العدد النصفى لشقوق العضو الساكن وذلك لكون احد طرفى الوشيعة يحتل الشق باكمله وبالتالى يحتل طرفا الوشيعة شقين .

وتوجد للوشائع احادية الطبقة اشكال مختلفة واما الاجزاء الجبهية لمجموعة وشائعية واحدة فلها شكل واحد ولكن قياساتها تكون مختلفة . وينبغى لتمديد الملف فى شقوق قلب العضو الساكن



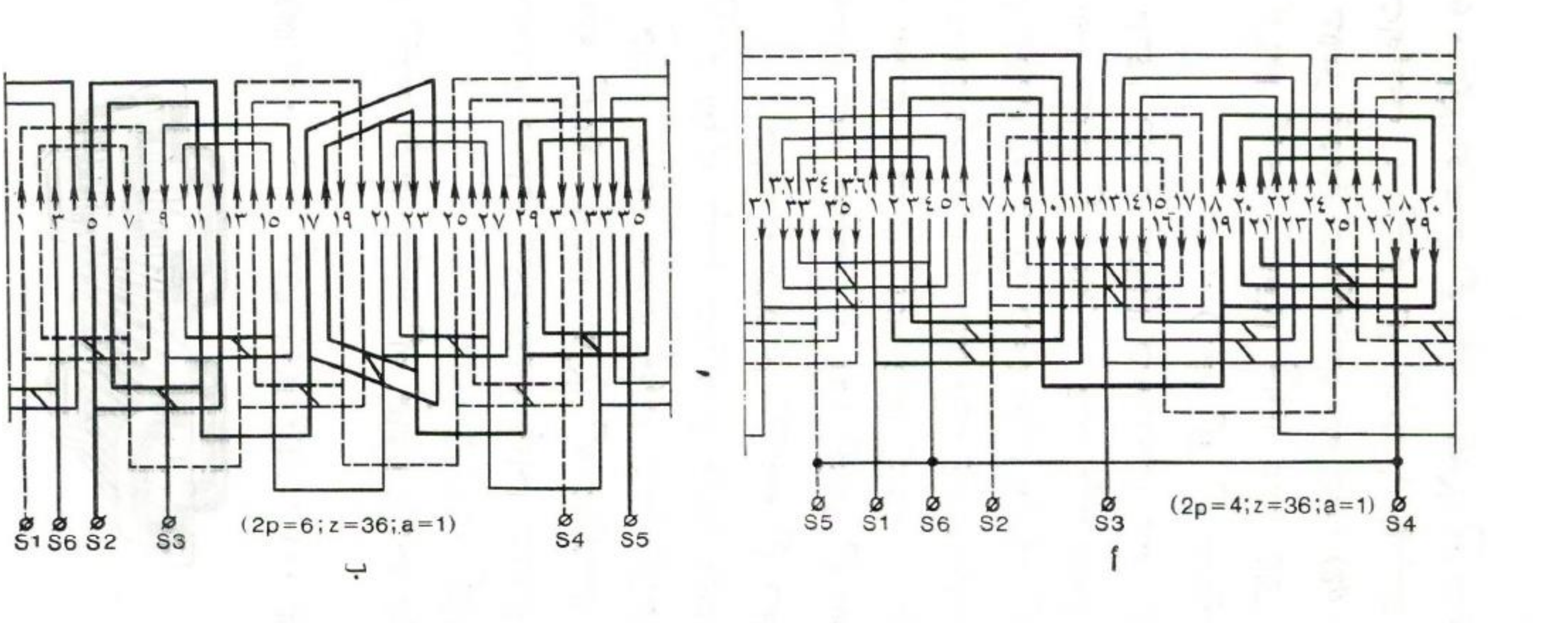
الشكل ١٤٠ . توزيع الاجزاء الجبهية لملف احادى الطبقة

توزيع الاجزاء الجبهية للوشائع على محيط الدائرة بصفين او بثلاثة صفوف (الشكل ١٤٠) .

ومن الملفات احادية الطبقة تكون الملفات المتحدة بالمركز ثنائية وثلاثية المستويات هى الاكثر انتشارا . وتدعى هذه الملفات بالمتحدة بالمركز بسبب الموقع المتحد بالمركز لوشائع المجموعة الوشائعية وبثنائية وثلاثية المستويات بسبب طريقة توزيع الاجزاء الجبهية للملف فى مستويين او ثلاثة مستويات .

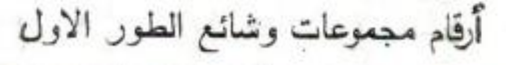
ويشاهد فى الشكل ١٤١ ، أ مخطط ملف العضو الساكن ثلاثى الاطوار ، احادى الطبقة ثنائى المستوى المتحد بالمركز . وتوجد على خطوط الشقوق سهام تدل على اتجاه القوة الدافعة الكهربائية والتيار فى كل شق تبعا لموقعه تحت الاقطاب فى المجال المغناطيسى للملف فى لحظة زمنية معينة . ويعادل فى الملف احادى الطبقة ثلاثى الاطوار عدد المجموعات الوشائعية للملف باكمله $3p$ ($p$ — عدد المجموعات فى كل طور) .

واذا كان عدد ازواج الاقطاب للعضو الساكن زوجيا ($2p = 4, 8, 12$) يكون عدد المجموعات الوشائعية كذلك زوجيا ، وبالامكان تقسيمها بالتساوى الى نوعين : مجموعات وشائعية صغرى — حيث تقع الاجزاء الجبهية فى المستوى الاول ، ومجموعات




أ

ب




جـ

الشكل ١٤١. مخططات ملفات الاعضاء الساكنة للمكنات الكهربائية :
أ – لملف متحد بالمركز ثنائي المستوى احادي الطبقة، ب – لملف ثنائي المستوى احادي الطبقة ذي مجموعة وشائعية انتقالية،
جـ – لملف انشوطي ثنائي الطبقة

وشائعية كبرى — حيث تقع الاجزاء الجبهية فى المستوى الثانى . ومن الجائز فى هذه الحالة ان يوزع الملف ثنائى المستوى باكمله على ثلاثة اطوار بعدد متساو من المجموعات الوشائعية الصغرى والكبرى فى كل طور . واما اذا كان عدد ازواج الاقطاب للعضو الساكن فرديا ($2p = 6,\ 10,\ 14$ وهلمجرا) فلا يمكن توزيع الملف ثنائى المستوى احادى الطبقة على الاطوار بعدد متساو من المجموعات الوشائعية الكبرى والصغرى وتصبح احدى المجموعات الوشائعية باجزاء جبهية مائلة وذلك لكون انصاف هذه المجموعة موزعة فى مستويات مختلفة . وتدعى المجموعة الوشائعية كهذه بالانتقالية .

ويشاهد فى الشكل ١٤١ ، ب مخطط ملف العضو الساكن ثنائى المستوى احادى الطبقة للمكنة سداسية الاقطاب ذى المجموعة الوشائعية الانتقالية . ان تجهيز الملفات احادية الطبقة بوشائع لينة من اسلاك مستديرة المقطع وباجزاء جبهية انتقالية سهل من الناحية التكنولوجية . واما لف الوشائع الجسيئة لملف احادى الطبقة باسلاك مستطيلة المقطع فيكون مرتبطا بعدة صعوبات : باستعمال شبلونات خاصة وبصعوبة تشكيل الاجزاء الجبهية لوشائع المجموعة الانتقالية . واذا استخدم مثل هذا الملف فى العضو الدوار فان موازنته تصعب نتيجة للكتلة الغير متساوية للاجزاء الجبهية للملف (عدم التوازن) ، واما وجود عدم التوازن فيؤدى الى ارتجاج المكنة .

ويعادل العدد العام للوشائع فى الملف ثنائى الطبقة العدد الكلى لشقوق قلب العضو الساكن ، واما العدد العام للمجموعات الوشائعية فى الطور فيعادل عدد الاقطاب فى المكنة . وتنجز الملفات ثنائية الطبقة بفرع واحد او بعدة فروع متوازية .

ويشاهد فى الشكل ١٤١ ، ج مخطط الملف الانشوطى ثنائى

الطبقة المنجز بفرعين متوازيين ($a = 2$) مع الوشائع بتنفيذ احادى اللفة . وتنعدم فيه القناطر الاضافية ما بين الوشائع ، لكون الوصلات ما بين الوشائع منجزة بالاجزاء الجبهية مباشرة .

وتتركز كل المجموعات الوشائعية الداخلة فى اى فرع متواز على جزء واحد من محيط دائرة العضو الساكن ، ولذا تدعى الطريقة هذه لتشكيل الفروع المتوازية بالطريقة المركزة ، خلافا للطريقة الموزعة ، التى تتوزع عندها كل المجموعات الوشائعية لكل فرع متواز على طول محيط دائرة العضو الساكن . ولانجاز توصيلة متوازية بالطريقة الموزعة ، من الضرورى توصيل المجموعات الوشائعية الفردية (١ و ٧ و ١٣ و ١٩) للمخطط على التوالى بالفرع المتوازى الاول للطور الاول ، والمجموعات الوشائعية الزوجية (٤ و ١٠ و ١٦ و ٢٢) لهذا المخطط بالفرع المتوازى الثانى . ويحدد العدد المحتمل للفروع المتوازية فى الملف الانشوطى ثنائى الطبقة ذى العدد الصحيح للشقوق لكل قطب وطور بنسبة عدد ازواج الاقطاب الى عدد الفروع المتوازية المساوى لعدد صحيح ($2p/a$ = عدد صحيح) .

والمزية الاساسية للملفات ثنائية الطبقة بالمقارنة مع الملفات احادية الطبقة هى امكانية تقصير خطوة الملف ، الأمر الذى يساعد على تحسين مواصفات المكنة الكهربائية .

ملفات الاعضاء الدوارة . تنجز الاعضاء الدوارة للمكنات الكهربائية اللاتزامنية بملف مقصر او طورى .

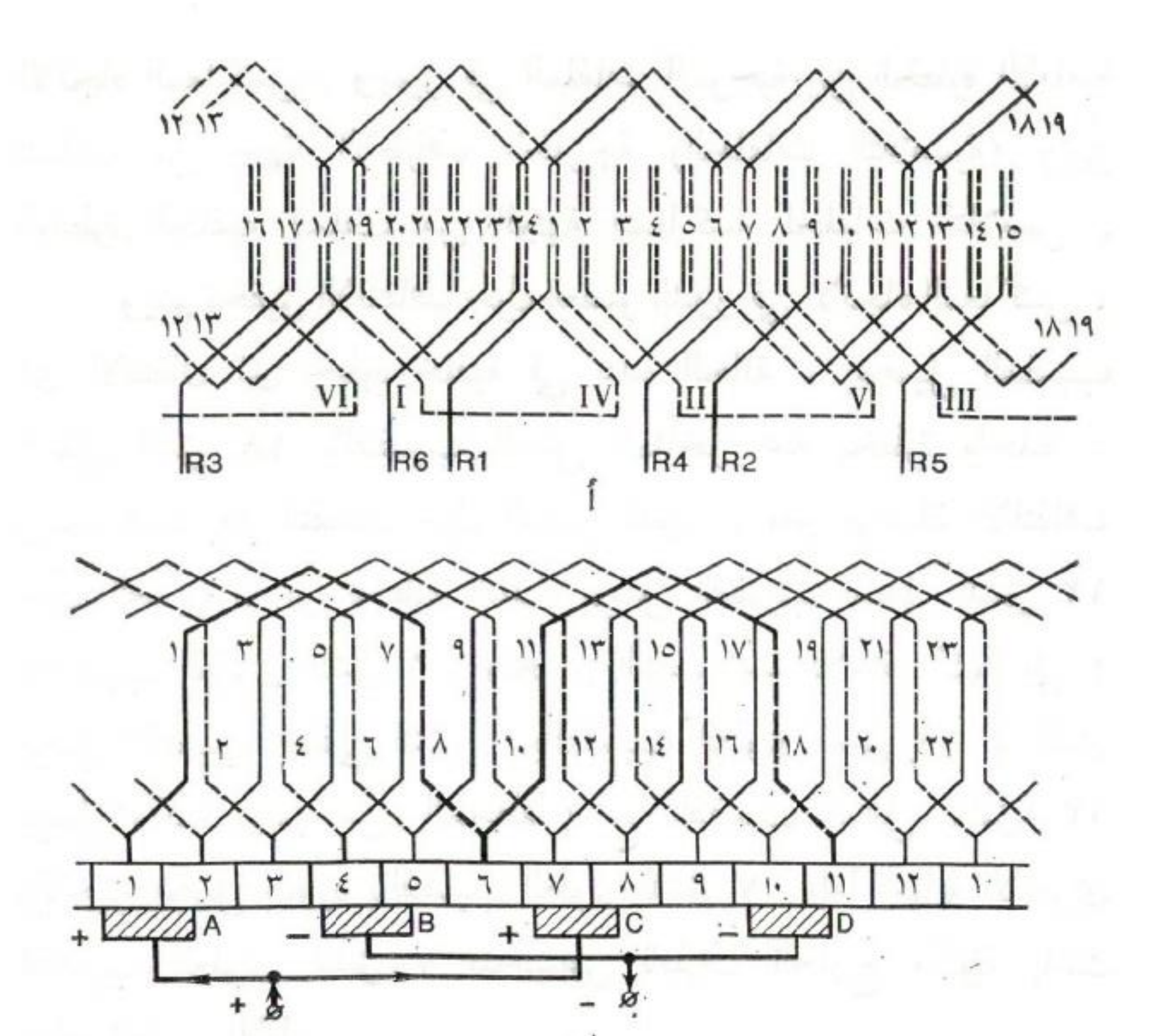
وقد كانت الملفات المقصرة للمكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة تنجز على شكل «قفص السنجاب» الذى يتكون من قضبان نحاسية كانت نهاياتها تلحم فى الثقوب المنجزة فى الحلقات

النحاسية المقصرة (انظر الشكل ٩٧ ، أ) . وتشكل الملفات المقصرة للعضو الدوار فى المكنات الكهربائية اللاتزامنية الحديثة ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط بطريقة سكب شقوق العضو الدوار بمصهور الالومنيوم .

وتستخدم فى الاعضاء الدوارة الطورية للمحركات الكهربائية اللاتزامنية على الاغلب ملفات ثنائية الطبقة موجية او انشوطية . والملفات الموجية هى الاكثر انتشارا ، وتنحصر افضليتها الاساسية فى العدد الادنى للتوصيلات ما بين المجموعات .

ويكون العنصر الاساسى للملف الموجى عادة هو القضيب . ويتم انجاز الملف الموجى ثنائى الطبقة بادخال قضيبين فى كل شق مغلق او نصف مغلق من طرف العضو الدوار . ويشاهد فى الشكل ١٤٢ ، أ مخطط الملف الموجى للعضو الدوار رباعى الاقطاب ، الذى يوجد فيه ٢٤ شقا . ويوضع فى كل شق للملف قضيبان بحيث توصل قضبان الطبقتين العليا والسفلى معا باللحام القصديرى مع استعمال اطواق صغيرة تلبس على نهايات القضبان .

وتعادل خطوة الملف من الطراز الموجى عدد الشقوق مقسوما على عدد الاقطاب . وتكون خطوة الملف فى المخطط المبين فى الشكل ١٤٢ ، أ حسب الشقوق هى $y = 24:4 = 6$ . وهذا يعنى ان القضيب العلوى للشق ١ يتصل مع القضيب السفلى للشق ٧ ، الذى يتصل بدوره عندما تكون خطوة الملف تعادل ستة مع القضيب العلوى للشق ١٣ والسفلى للشق ١٩ . ولمتابعة الملف بخطوة تعادل ستة ينبغى توصيل القضيب السفلى للشق ١٩ بالقضيب العلوى للشق ١ ، اى القيام بتقصير دائرة الملف . وهذا امر غير مسموح به . ولتلافى تقصير دائرة الملف عند الاقتراب من الشق الذى بدأ منه




الشكل ١٤٢ . ملفات موجية :
أ – للعضو الدوار ، ب – لعضو الانتاج

الملف يجرى تقصير او تطويل خطوة الملف بمقدار شق واحد . وتدعى الملفات الموجية المنجزة باختصار الخطوة لشق واحد بملفات ذات انتقالات مقصرة واما تلك المنجزة بزيادة الخطوة لشق واحد بملفات ذات انتقالات مطولة .

ويعادل عدد الشقوق $q$ لكل قطب وطور فى مخطط الملف اثنين ولذا يجب القيام بالتفافتين حول العضو الدوار ، واما لتكوين ملف رباعى الاقطاب فتنقص الوصلات من الجهة المعاكسة للعضو الدوار ، التى يمكن الحصول عليها عند الدوران حوله ولكن فى

الاتجاه المعاكس . ويميز فى الملفات الموجية بين الخطوة الامامية للملف من جهة الاطراف الخارجة (الحلقات التلامسية) وبين الخطوة الخلفية للملف من الجهة المعاكسة لحلقات التلامس .

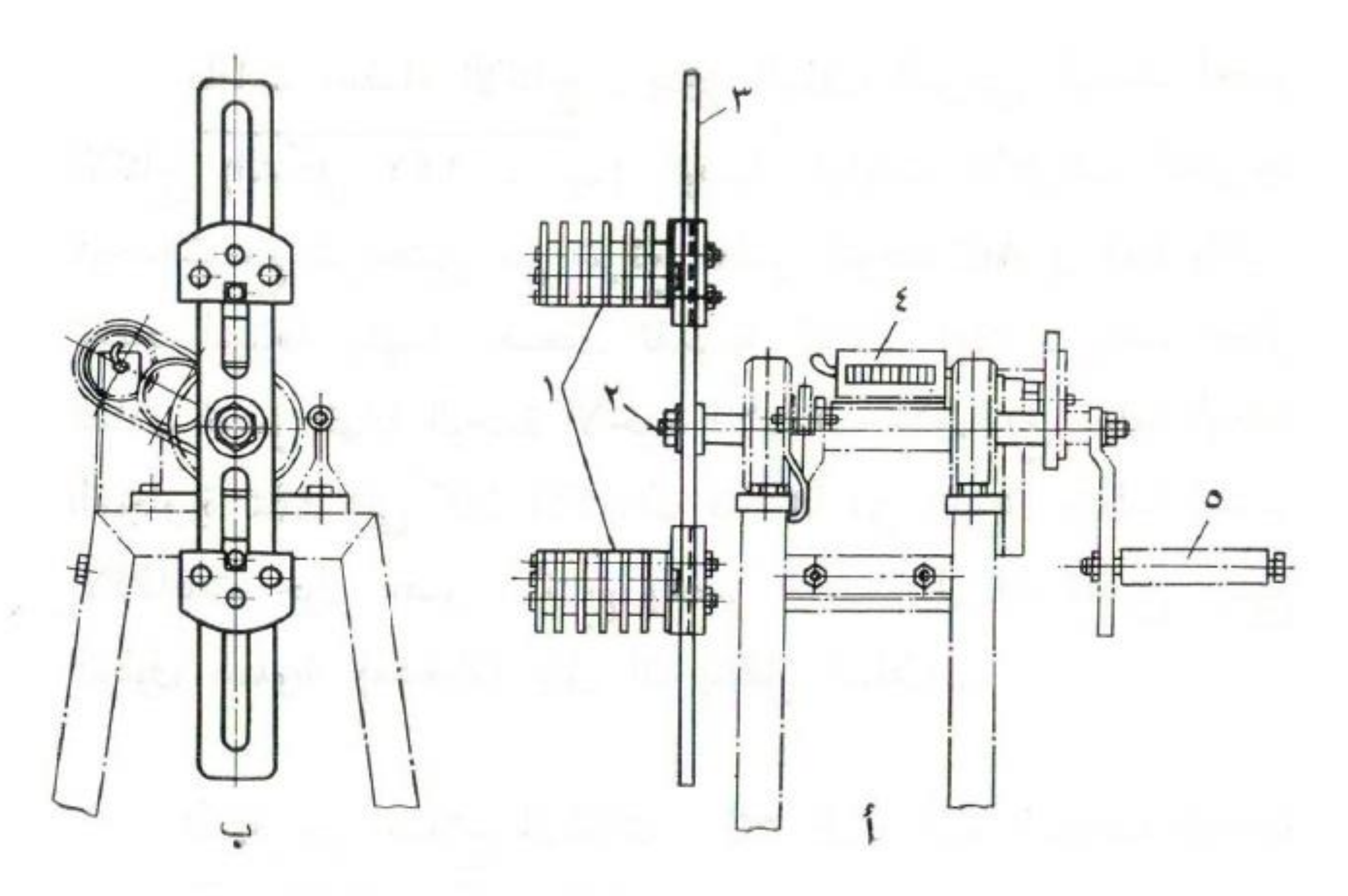
ويتم تحقيق الالتفاف حول العضو الدوار فى الاتجاه المعاكس ، اى الانتقال الى خطوة خلفية فى هذه الحالة ، بتوصيل القضيب السفلى للشق ١٨ بالقضيب السفلى المتأخر عنه بخطوة واحدة ، وينفذ فيما بعد التفافان حول العضو الدوار . ومع مواصلة الالتفاف حول العضو الدوار بخطوة خلفية يوصل القضيب السفلى للشق ١٢ بالقضيب العلوى للشق ٦ . وتجرى التوصيلات اللاحقة كما يلى : يوصل القضيب السفلى للشق ١ بالقضيب العلوى للشق ١٩ ، الذى يوصل (كما يبدو من المخطط) مع القضيب السفلى للشق ١٣ والاخير يوصل بدوره بالقضيب العلوى للشق ٧ . واما النهاية الاخرى للقضيب العلوى للشق ٧ فتخصص للطرف الخارج مكونة بذلك نهاية الطور الاول .

ويجرى على الاغلب توصيل ملفات الاعضاء الدوارة الطورية للمحركات اللاتزامنية حسب مخطط «نجمة» مع اخراج النهايات الثلاث للملف نحو حلقات التلامس . وترمز للاطراف الخارجة لنهايات ملف العضو الدوار بالاحرف $P1$ من الطور الاول و $P2$ من الطور الثانى و $P3$ من الطور الثالث ، واما نهايات اطوار الملف فيرمز اليها بالاحرف $P4$ و $P5$ و $P6$ على التوالى وترمز الى القناطر التى توصل بدايات ونهايات اطوار ملف العضو الدوار بالارقام الرومانية ، فمثلا ترمز للقنطرة الموصلة للبداية $P1$ بالنهاية $P4$ فى الطور الاول بالارقام I—IV وفى الطور الثانى $P2$ و $P5$ بالارقام II—V وفى الطور الثالث $P3$ و $P6$ بالارقام III—VI .

ملفات اعضاء الانتاج . ينجز الملف الموجى البسيط لعضو الانتاج (الشكل ١٤٢ ، ب) بتوصيل نهايات الاطراف الخارجة للوحدات مع شريحتين من شرائح عضو التوحيد AC و BD واللتين تحدد المسافة بينهما بضعف تقسيمة القطب (2τ) . وعند انجاز الملف توصل نهاية الوحدة الاخيرة للالتفاف الاول مع بداية الوحدة المجاورة لتلك التى كان الالتفاف قد بدأ من عندها وهكذا تستمر الالتفافات حول عضو الانتاج وعضو التوحيد الى ان تصبح جميع الشقوق مملوءة (مشغولة) والى ان ينقفل الملف .

تكنولوجيا اصلاح الملفات . لقد دلت خبرة السنوات العديدة فى تشغيل المكنات الكهربائية المرممة مع ملفاتها المستبدلة جزئيا بان هذه المكنات تتعطل ، كقاعدة ، بعد فترة غير مديدة . ويعود هذا الى عدة اسباب منها الاخلال عند الاصلاح بسلامة عازل الجزء الغير متضرر من الملف وكذلك عدم تطابق نوعية ومدة خدمة عازل الجزئين الجديد والقديم للملفات . ومن المناسب جدا عند اصلاح المكنات الكهربائية ذات الملفات المتضررة استبدال الملف بكامله مع الاستعمال الكلى او الجزئى لاسلاكه . ولذا يرد فى هذا الفصل وصف للاصلاحات التى يجرى عندها استبدال الملفات المتضررة للاعضاء الساكنة والاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج كليا باخرى جهزت من جديد فى مؤسسة الاصلاح .

اصلاح ملفات الاعضاء الساكنة . يبدأ تجهيز ملف العضو الساكن بتحضير بعض الوشائع على شبلونة . وللاختيار الصحيح لمقاس الشبلونة من الضرورى معرفة القياسات الاساسية للوشائع وبشكل رئيسى




الشكل ١٤٣ . مكنة للف وشائع ملفات الاعضاء الساكنة باليد :
أ – منظر عام ، ب – منظر من جانب الشبلونة ؛ ١ – قوالب الشبلونة ، ٢ – عمود دوران ، ٣ – قرص ، ٤ – عداد الدورات ، ٥ – مقبض

قياسات جزئيها المستقيم والجبهى . ومن الممكن تحديد قياسات وشائع ملفات المكنات الجارى اصلاحها باخذ قياسات الملف القديم .

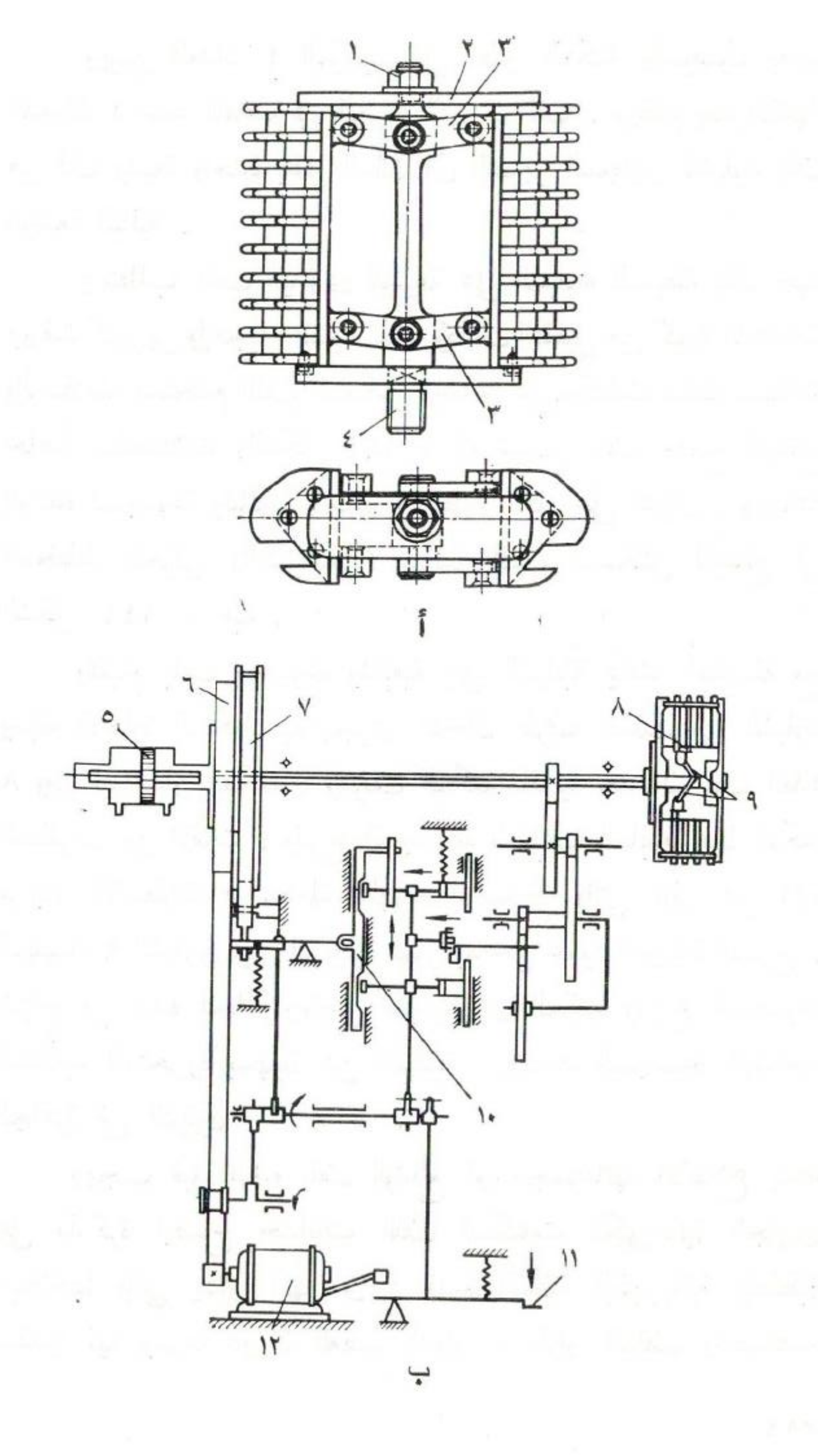
وتلف وشائع الملفات المسقطة (التى تنزل الى الشقوق) للاعضاء الساكنة على شبلونات بسيطة او جامعة الاغراض بوسيلة ادارة يدوية او ميكانيكية . ويقام عند اللف اليدوى للوشائع على الشبلونة البسيطة بمباعدة كلا القالبين ١ (الشكل ١٤٣، أ ، ب) الى مسافة تحدد بقياسات الملف وتثبيتهما فى تقاوير القرص ٣ المجلس على عمود الدوران ٢ . ومن ثم تثبت احدى نهايتى سلك اللف على الشبلونة ويجرى لف العدد اللازم من لفات الوشيعة بتدوير المقبض ٥ .

ويبين العداد ٤ المركب على اطار المكنة والموصول بعمود الدوران ٢ عدد اللفات فى الوشيعة التى تم لفها . ويقام بعد الانتهاء من لف وشيعة واحدة بنقل السلك الى التقوير المجاور للشبلونة ولف الوشيعة التالية .

ويتطلب اللف اليدوى للوشيعة على الشبلونة البسيطة بذل جهد ووقت كبيرين ولتعجيل عملية اللف وكذلك التقليل من كمية اللحامات والوصلات يستخدم اللف الممكنن للوشائع على مكنات ذات شبلونات خاصة بمفصلات (الشكل ١٤٤ ، أ) تسمح بلف جميع الوشائع العائدة لمجموعة وشائعية واحدة او للطور كله على التوالى . ويشاهد المخطط الحركى (الكينيتيكى) لمكنة اللف الممكنن للوشائع فى الشكل ١٤٤ ، ب .

وللقيام بلف مجموعة وشائعية على الشبلونة ذات المفصلة مع وسيلة الادارة الميكانيكية يجرى ادخال طرف السلك فى الشبلونة ٨ ومن ثم تدار المكنة . وتتوقف المكنة تلقائيا بعد ان تلف العدد المطلوب من اللفات . ولنزع المجموعة الوشائعية الملفوفة فان المكنة مزودة بالاسطوانة ٥ العاملة بالهواء المضغوط والتى تؤثر على آلية المفصلة ٩ للشبلونة بتيار السحب المار بداخل عمود الدوران المفرغ . وتنزاح فى هذه الحالة رؤوس الشبلونة الى المركز وتنزع المجموعة الوشائعية المتحررة بسهولة عن الشبلونة . وتمدد المجموعة الوشائعية الجاهزة فى الشقوق .

ويجب قبل البدء بلف الوشائع او مجموعاتها الاطلاع بدقة على مذكرة ايضاح حسابات اللف للمكنات الكهربائية الجارى اصلاحها والتى يشار فيها الى : قدرة المكنة الكهربائية والفلطية المقدرة لها وسرعة دوران العضو الدوار ، طراز الملف وخصائصه



١
٢
٣
٣
٤
أ
٥
٦
٧
٨
٩
١٠
١١
١٢
ب

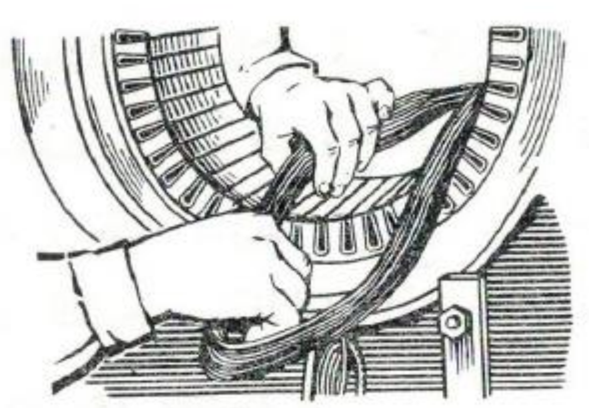
البنيوية ، عدد اللفات فى الوشيعة وعدد الاسلاك فى كل لفة ، ماركة سلك اللف وقطره ، خطوة الملف ، عدد الفروع المتوازية فى الطور ، عدد الوشائع فى المجموعة ، نظام تناوب الوشائع ، درجة العازل المستخدم حسب صموده للتسخين وكذلك الى مختلف المعلومات المتعلقة ببنيان الملف وطريقة تجهيزه .

وغالبا ما يضطر عند اصلاح ملفات المحركات الى استبدال الاسلاك المفتقدة ذات الماركات والمقاطع المطلوبة بالاسلاك المتواجدة . وللاسباب هذه ، فان لف الوشيعة بسلك واحد يستبدل باللف بسلكين متوازيين او اكثر بحيث يكون مجموع مقاطعها مكافئا للمقطع المطلوب . وعند استبدال اسلاك ملفات المحركات الكهربائية الجارى اصلاحها ، يقام مسبقا (قبل لف الوشائع) بمراجعة قيمة معامل ملء الشق الذى يجب ان يكون فى حدود ٠,٧ — ٠,٧٥ . واذا كان المعامل اكثر من ٠,٧٥ فسيصعب تمديد اسلاك الملف فى الشقوق واما اذا كان المعامل اقل من ٠,٧ فان الاسلاك لن تشغل الشق باحكام وكذلك لن تستخدم قدرة المحرك الكهربائى كليا .

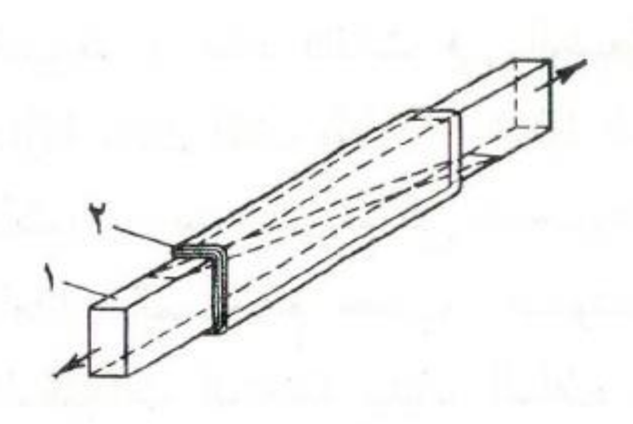
وتمدد وشائع الملف ثنائى الطبقة فى شقوق القلب بمجموعات مثلما كانت ملفوفة على الشبلونة . وتوزع الاسلاك بطبقة واحدة

---

الشكل ١٤٤ . مكنة اللف الممكنة للمجموعات الوشائعية لملفات الاعضاء الساكنة : أ — شبلونة ذات مفصلة للمكنة ، ب — مخطط حركى ؛ ١ — صمولة شد ، ٢ — شريحة مثبتة ، ٣ — شريحة ذات مفصلة ، ٤ — جرن ، ٥ — اسطوانة تعمل بالهواء المضغوط ، ٦ — ناقل الحركة ، ٧ — فرملة شريطية ، ٨ — شبلونة ، ٩ — آلية المفصلة للشبلونة ، ١٠ — آلية تعشيق الفرملة الاوتوماتية للمكنة ، ١١ — دواسة تشغيل المكنة ، ١٢ — محرك كهربائى



الشكل ١٤٥ .تمديد اسلاك وشيعة الملف المسقط فى شقوق القلب




الشكل ١٤٦ . طريقة تجهيز الاغلفة العازلة للمكنات الكهربائية ذات الشقوق المغلقة للقلب :
١ – قالب ذكر من الصلب ،
٢ – غلاف عازل

وتوضع اطراف الوشائع المتاخمة للشق (الشكل ١٤٥) ، واما الاطراف الاخرى لهذه الوشائع فلا توضع فى الشق الى ان يتم وضع الاطراف السفلى للوشائع فى كل الشقوق المشمولة بخطوة الملف . وتمدد الوشائع التالية باطرافها السفلى والعليا معا فى آن واحد . وتوضع بين الاطراف العليا والسفلى للوشائع فى الشقوق حشوات عازلة من الكرتون الكهربائى مقوسة على شكل قامطة ، واما الاجزاء الجبهية فتوضع بينها حشوات من قماش مورنش او صفائح من الكرتون ملصقة عليها قطع من قماش مورنش .

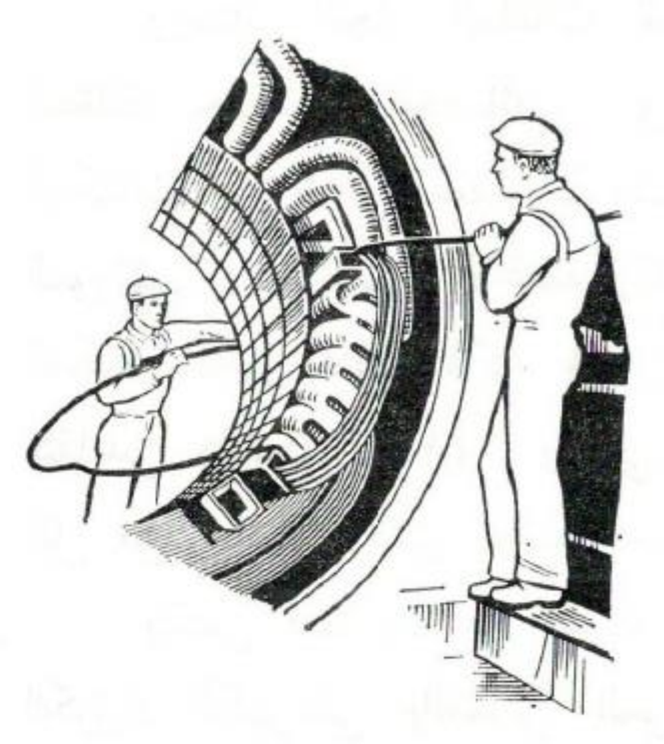
ويوصى قبل البدء بفك الملف ، عند اصلاح المكنات الكهربائية ذات التصاميم القديمة والشقوق المغلقة ، بأخذ معطيات اللف من الموديل القائم (قطر السلك وعدد الاسلاك فى الشق وخطوة الملف حسب الشقوق وغيرها) ومن ثم عمل رسوم تخطيطية للاجزاء الجبهية ووضع علامات على شقوق العضو الساكن . وقد تبدو هذه المعطيات ضرورية عند ترميم الملف .

ويمتاز انجاز الملفات للمكنات الكهربائية ذات الشقوق المغلقة بجملة من الخصائص . ويقام بانجاز عازل الشق لمثل هذه المكنات على شكل اغلفة (ظروف) من الكرتون الكهربائى والقماش المورنش . ولتجهيز الاغلفة يقام مسبقا وحسب قياسات شقوق المكنة بانجاز قالب ذكر ١ من الصلب هو عبارة عن اسفينين متقابلين (الشكل ١٤٦) . وينبغى ان تكون قياسات القالب الذكر اقل من قياسات الشق بمقدار سمك الغلاف ٢ .

وتقص فيما بعد ، حسب قياسات الغلاف القديم قطع من الكرتون الكهربائى والقماش المورنش لطقم كامل من الاغلفة ويباشر بتجهيزها . ويسخن القالب الذكر الى ٨٠ — ١٠٠°م وتلف عليه القطع المشبعة بالورنيش باحكام . وتوضع مع الشد فوق القطع طبقة من شريط القماش القطنى بنصف تركيبة. وبانقضاء الوقت اللازم لتبريد القالب الذكر الى درجة حرارة الوسط المحيط ، يباعد ما بين الاسفينين وينزع الغلاف الجاهز . وتدخل الاغلفة قبل البدء باللف فى شقوق العضو الساكن ومن ثم يجرى ملؤها باسياخ من الصلب ينبغى ان يكون قطرها اكبر من قطر سلك اللف المعزول بمقدار ٠,٠٥ — ٠,١ مم .

وتقاس ومن ثم تقص القطعة اللازمة من السلك للف وشيعة واحدة من ربطة سلك اللف . وعند استعمال قطع من السلك زائدة فى الطول تتعقد عملية اللف وتتطلب وقتا اكثر وغالبا ما يتضرر العازل من جراء السحب المتكرر للسلك عبر الشق .

ان اللف بالسحب عبر الشق لهو عمل يدوى شاق يقوم به عادة عاملان يقفان من طرفى العضو الساكن (الشكل ١٤٧). وتوضع فى شقوق العضو الساكن قبل البدء باللف اسياخ من الصلب مطابقة



الشكل ١٤٧ . لف وشائع العضو الساكن للمكنة الكهربائية ذات الشقوق المغلقة للقلب

لقطر وعدد اسلاك الملف الموزعة فى الشقوق. وتتكون عملية اللف من عمليتى سحب السلك خلال الظروف الموضوعة فى الشقوق المنظفة مسبقا من الاوساخ وبقايا العازل القديم ووضع السلك فى الشقوق والاجزاء الجبهية . ويبدأ اللف عادة من الطرف الذى ستوصل فيه الوشائع ببعضها ويقام به حسب التعاقب التالى:

يقوم عامل اللف الاول بتنظيف نهاية السلك على طول يزيد عن طول الشق بمقدار ١٠ — ١٢ مم ومن ثم وبعد اخراج السيخ من الشق الاول يقوم بادخال طرف السلك المنظف فيه بدلا من السيخ ويدفعه الى ان يخرج من الشق من الطرف المعاكس للقلب . واما عامل اللف الثانى فانه يقبض بكماشة على طرف السلك البارز من الشق ويسحب السلك الى ناحيته ومن ثم وبعد اخراج السيخ من الشق المناسب يقوم حسب خطوة الملف بادخال طرف السلك المسحوب بدلا من السيخ ويدفع به فى اتجاه عامل اللف الاول . واما عملية اللف اللاحقة فهى عبارة عن تكرار العمليات المشروحة اعلاه الى ان يمتلئ الشق كليا .

ان سحب اسلاك اللفات الاخيرة للوشائع مستصعب اذ يضطر الى سحب السلك عبر الشق المملوء بجهد كبير . ولتسهيل السحب يدلك السلك ببودرة التالك . وفى الممارسة العملية للاصلاح غالبا

ما يستعمل عمال اللف البارافين عوضا عن التالك ، غير انه لا يوصى بهذا ، اذ ان العازل القطنى للسلك المغطى بطبقة من البارافين لا يمتص ورانيش التشبيع جيدا ونتيجة لهذا تتردى ظروف تشبيع عازل اسلاك الجزء الشقى للملف وقد يؤدى هذا الى تقصيرات بين اللفات فى ملف المكنة المرممة .

وعند القيام بلف الوشائع بالسحب تلف اولا الوشيعة الداخلية ، التى يوضع الجزء الجبهى لها بواسطة الشبلونة ، وتوضع للف الوشائع الاخرى على الجزء الجبهى الذى تم لفه حشوات مباعدة من الكرتون الكهربائى . وهذه الحشوات ضرورية لتكوين فسحات بين الاجزاء الجبهية تعمل على عزل الرؤوس وكذلك على تهويتها بشكل افضل بهواء التبريد اثناء عمل المكنة .

وينجز عازل الاجزاء الجبهية لملفات المكنات العاملة على فلطية تبلغ ٦٦٠ فلط والمخصصة للعمل فى وسط طبيعى بشريط من الياف زجاجية بحيث تغطى كل طبقة لاحقة الطبقة السابقة بمقدار النصف . وتلف بالعازل كل وشيعة من المجموعة ابتداء من الطرف الجانبى للقلب على النحو التالى : يلف فى البداية جزء من الغلاف العازل البارز من الشق بشريط ومن ثم جزء الوشيعة حتى نهاية الانحناء . وتلف اواسط رؤوس المجموعة بطبقة مشتركة من شريط الالياف الزجاجية بنصف تركيبة . وتثبت نهاية الشريط على الرأس بمركب لاصق او تخاط عليه بمتانة . وينبغى ان تثبت اسلاك الملف الراقدة فى الشق بمتانة وتستخدم لهذا الغرض اسافين الشق المصنوعة بشكل رئيسى من خشب الزان الجاف او البتولا . وتصنع الاسافين كذلك من مختلف المواد العازلة بالسمك المناسب ،

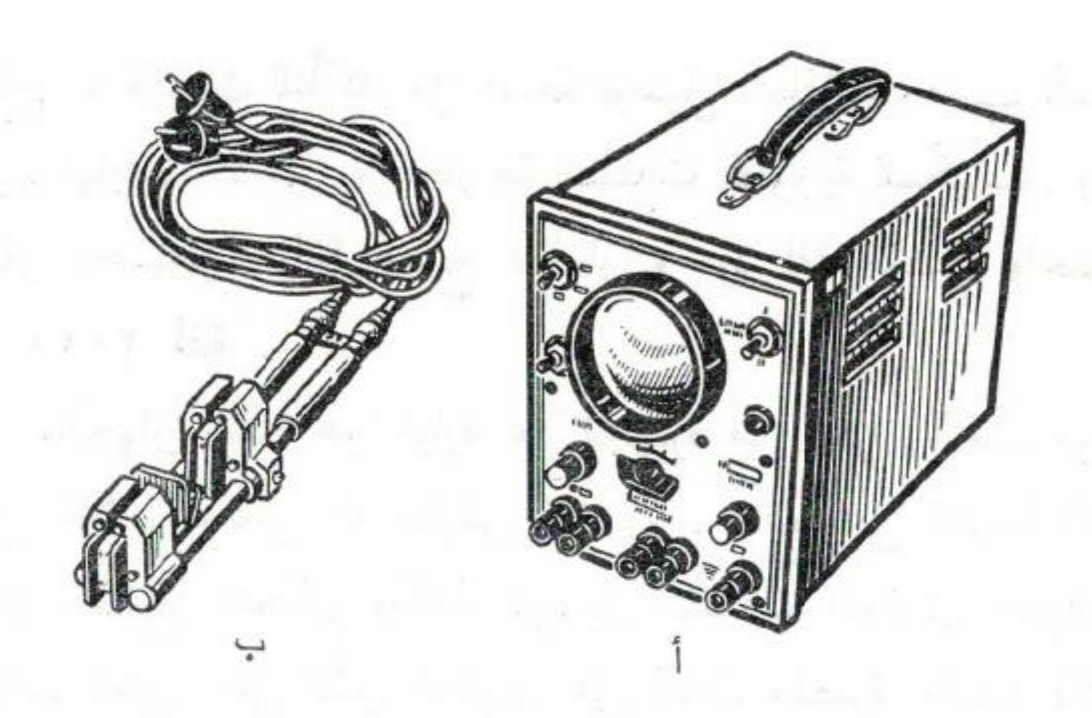
فمثلا تصنع من البلاستيك او التكستوليت او الجيتيناكس وتجهز على مكنات خاصة .

ويجب ان يكون طول الاسفين اكبر من طول قلب العضو الساكن بمقدار ١٠ – ١٥ مم وان يعادل طول العازل الشقى او يقل عنه بمقدار ٢ – ٣ مم . ويتوقف سمك الاسفين على شكل الجزء العلوى للشق وامتلائه . ويجب ان لا يقل سمك الاسافين الخشبية عن ٢ مم . ولاكساب الاسافين صمودا ضد الرطوبة يقام بغليها فى الزيت الجفوف لمدة ٣ – ٤ ساعات عند حرارة ١٢٠ – ١٤٠°م ومن ثم تجفف لمدة ٨ – ١٠ ساعات عند حرارة ١٠٠ – ١١٠°م .

وتدق الاسافين فى شقوق المكنات الصغيرة والمتوسطة بواسطة شاكوش وقطعة خشبية مطولة واما فى شقوق المكنات الكبيرة فتدق بمطرقة تعمل بالهواء المضغوط . وبعد الانتهاء من وضع الوشائع فى شقوق العضو الساكن واسفنة الملف يجرى تجميع المخطط . واذا كان طور الملف ملفوفا بوشائع مستقلة يبدأ تجميع المخطط بالتوصيل المتوالى للوشائع فى مجموعاتها .

وتعتبر الاطراف الخارجة للمجموعات الوشائعية البارزة من الشقوق والواقعة قرب لوحة الاطراف بداية للطور . وتقوس هذه الاطراف الخارجة نحو جسم العضو الساكن وتوصل مسبقا المجموعات الوشائعية لكل طور وذلك بفتل نهايات اسلاكها المنظفة من العازل .

وبعد تجميع مخطط الملف تفحص المقاومة الكهربائية للعازل ما بين الاطوار على الجسم وذلك بتوصيل فلطية وكذلك تفحص صحة توصيل المخطط . ولفحص صحة تجميع المخطط تستخدم ابسط طريقة وهى ايصال العضو الساكن لبرهة قصيرة بشبكة كهربائية




الشكل ١٤٨ . جهاز الكترونى للاختبارات الرقابية للملفات (أ) واداة للكشف عن الشق الحاوى على لفات مقصرة

ذات فلطية قدرها ١٢٧ او ٢٢٠ فلط ومن ثم توضع على سطح تجويفه كرة من الصلب (من كريات كرسى التحميل) وتترك . فاذا قامت الكرة بالدوران على محيط دائرة التجويف فان المخطط قد جمع صحيحا . ويمكن ايضا اجراء هذا الفحص بواسطة الدوامة ، ويثقب لهذا الغرض قرص من الصفيح فى المركز ويثبت بمسمار على الطرف الجانبى لشريحة خشبية بحيث يستطيع الدوران بحرية . ومن ثم يجرى ادخال الدوامة المصنوعة على هذا الشكل فى تجويف العضو الساكن الموصول بالشبكة الكهربائية . وسيقوم القرص بالدوران فى حالة التجميع الصحيح للمخطط .

ولفحص صحة تجميع المخطط وانعدام تقصيرات اللفات فى ملف المكنات الجارى اصلاحها يستخدم جهاز الكترونى خاص (الشكل ١٤٨ ، أ) و هو يستخدم كذلك للعثور على الشق الحاوى على لفات مقصرة فى ملفات الاعضاء الساكنة والدوارة واعضاء

الانتاج ، وكذلك للتأكد من صحة توصيل الملفات حسب المخطط ولتعليم نهايات الاطراف الخارجة للملفات الطورية للمكنات . ويمتاز الجهاز بحساسية بالغة تسمح باظهار وجود لفة مقصرة واحدة من كل ٢٠٠٠ لفة .

والجهاز الذى هو عبارة عن تجهيزة من الطراز النقال موضوع داخل غلاف معدنى له مقبض للحمل . وتقع على اللوحة الامامية للجهاز مفاتيح التحكم ومآخذ لتوصيل الملفات الجارى اختبارها او الادوات للعثور على الشق الحاوى على لفات مقصرة وشاشة لكاشف الاشعة الالكترونية . ويقع على الجدار الخلفى مصهر واق وكذلك وقب لتوصيل السلك والجهاز بالشبكة الكهربائية .

وتوجد فى الجزء السفلى من اللوحة الامامية خمسة مآخذ . ويستخدم المأخذ الواقع فى اقصى اليمين لتوصيل سلك التأريض به والمأخذان "Вых. имп." («النبضة الخارجة») لتوصيل الملفات الموصولة على التوالى والجارى اختبارها او لتوصيل المغناطيس الكهربائى المثير الخاص بالاداة بهما ، والمأخذان "Сигн. явл." («الاشارة الظاهرة») فلتوصيل المغناطيس الكهربائى المتنقل للاداة او لتوصيل النقطة الوسطى للملفات الجارى اختبارها بهما . ويبلغ وزن الجهاز ١٠ كغم .

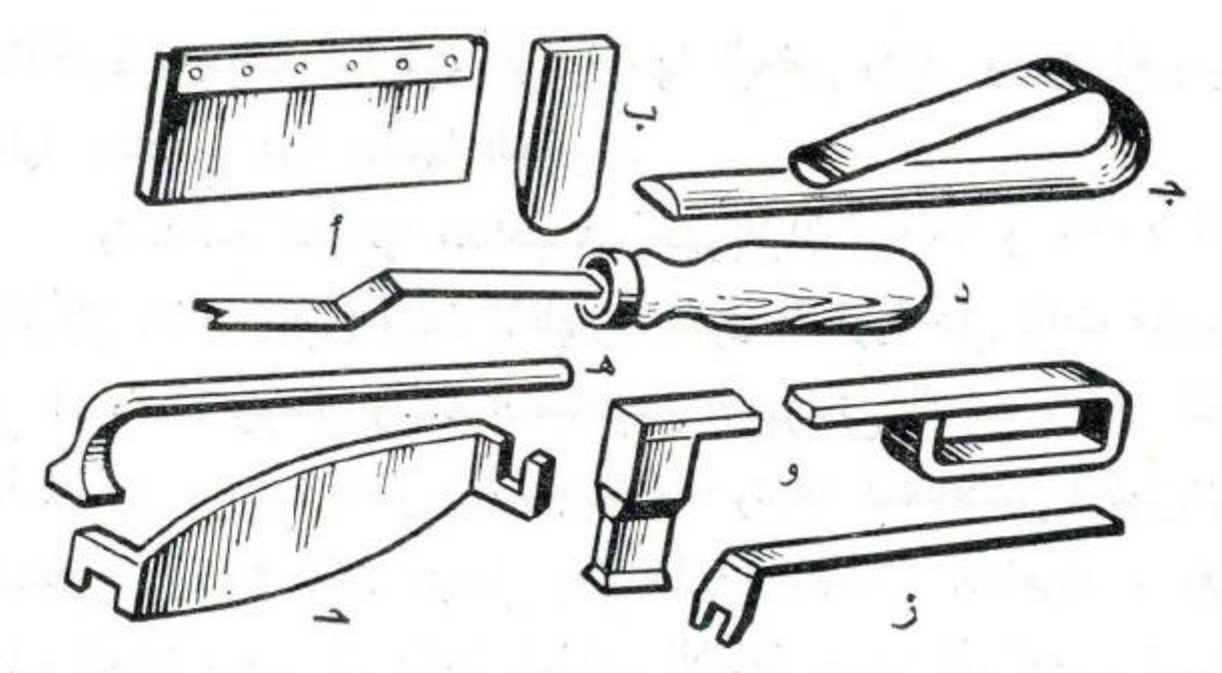
ويجرى اختبار الملفات بواسطة الجهاز المذكور اعلاه بالاسترشاد بالتعليمات الملحقة به . ولاظهار العيوب يقام بوصل ملفين او وحدتين متشابهتين بالجهاز ومن ثم تمرر من كلا الملفين الجارى اختبارهما دفعات فلطية بشكل دورى بواسطة مبدل تزامنى الى انبوبة الاشعة الالكترونية للجهاز : فاذا كانت الملفات خالية من الاضرار ومتشابهة فان منحنيات الفلطيات على شاشة الاشعة

الالكترونية سوف تتراكب على بعضها البعض وعند وجود العيوب فانها ستنفرج عن بعضها البعض .

وتستخدم اداة لها مغناطيسان كهربائيان بـ ١٠٠ و ٢٠٠٠ لفة (الشكل ١٤٨ ، ب) وذلك لاظهار الشقوق الحاوية على لفات مقصرة في الملف . وتوصل وشيعة المغناطيس الكهربائي الثابت (١٠٠ لفة) بالمأخذين «النبضة الخارجة» للجهاز واما وشيعة المغناطيس الكهربائي المتنقل (٢٠٠٠ لفة) فتوصل بالمأخذين «الاشارة الظاهرة» ؛ وفي هذه الحالة يجب ان يكون المفتاح الاوسط مدارا الى اقصى اليسار في وضع «العمل بالاداة» .

وعند نقل المغناطيسين الكهربائيين للاداة من شق الى آخر على تجويف العضو الساكن سيظهر على شاشة انبوبة الاشعة الالكترونية خط مستقيم او منحنى ذو سعات صغيرة يكون شاهدا على انعدام لفات مقصرة في الشق ، او سيظهر خطان منحنيان بسعات كبيرة (ومقلوبان بالنسبة لبعضهما البعض) يدلان على وجود لفات مقصرة في الشق . ويجرى بواسطة هذين المنحنيين المميزين البحث عن الشق الحاوى على لفات مقصرة لملف العضو الساكن . ويجرى على نحو مماثل نقل المغناطيسين الكهربائيين للاداة على سطح العضو الدوار الطورى او عضو الانتاج للمكنة العاملة بالتيار المستمر وايجاد الشقوق ذات اللفات المقصرة بها .

وتستعمل عند انجاز اعمال اللف بالاضافة الى الادوات العادية (شواكيش وسكاكين وكماشات) ، ادوات خاصة (الشكل ١٤٩ ، أ ـــ ح) تسهل انجاز اعمال مثل وضع الاسلاك ورصها في الشقوق




الشكل ١٤٩ . طقم ادوات خاصة لعامل لف المكنات الكهربائية :
أ – شريحة ، ب – «لسين» ، جـ – اسفين عكسى ، د – سكين للزوايا ، هـ – منخاس ، و – بلطة صغيرة ، ز ، حـ – مفتاحان لثنى قضبان العضو الدوار

وقص العازل البارز من الشق وثنى القضبان النحاسية لملفات اعضاء الانتاج والعديد من عمليات اللف الاخرى .

اصلاح ملفات الاعضاء الدوارة . ينتشر فى المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى طرازان اساسيان من الملفات : الوشائعى والقضيبى . ولا تختلف تقريبا طرق تجهيز ملفات الاعضاء الدوارة بالتسقيط وبالسحب عن الطرق التى جاء وصفها اعلاه لتجهيز مثل تلك الملفات للاعضاء الساكنة . ومن الضرورى عند تجهيز ملفات الاعضاء الدوارة توزيع الاجزاء الجبهية للملف بانتظام لضمان توازن كتل العضو الدوار وبالاخص للمحركات الكهربائية السريعة الدوران .

وتستخدم على الاغلب فى المكنات ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط ملفات قضيبية موجية ثنائية الطبقة للاعضاء الدوارة . وفى هذه الملفات المنجزة من قضبان نحاسية ليست الاخيرة التى تتضرر

بل عازلها فقط نتيجة للتسخينات المتكررة والزائدة عن الحد والتى غالبا ما يتخرب عندها عازل الشق للاعضاء الدوارة .

وعند اصلاح الاعضاء الدوارة ذات الملفات القضيبية يعاد ، كقاعدة، استعمال القضبان النحاسية للملف المتضرر ولذا يجرى اخراج القضبان من الشقوق بطريقة يجب معها المحافظة على كل قضيب ووضعه بعد ترميم العازل فى نفس الشق الذى كان موجودا فيه قبل الفك . ويؤخذ لهذا الغرض رسم تخطيطى (كروكى) للعضو الدوار ويدون شرح عن عناصر الملف التالية :

الاربطة — عددها ووضعها وعدد لفاتها وطبقات سلك التربيط وقطره ، وعدد المشابك (الاقفال) وكذلك عدد طبقات ومادة عازل الاربطة ؛

الاجزاء الجبهية — طول الامتدادات واتجاه تقوس القضبان وخطوتا الملف (الامامية والخلفية) واماكن الانتقال (القناطر) والى اى الشقوق تنتسب بدايات ونهايات الاطوار ؛

الاجزاء الشقية — قياسات القضيب (المعزول والمكشوف) وطول القضيب ضمن حدود الشق والطول الكلى للقطاع المستقيم ،

العازل — مادته وقياساته وعدد طبقات عازل القضبان وعلبة الشق ، والحشوات فى الشق والاجزاء الجبهية وانجاز عازل ماسك الملف وهلمجرا ؛

اثقال التوازن — عدد الاثقال ومواقعها ؛

المخطط — كروكى الملف مع ترقيم الشقوق والاشارة الى خصائصها المميزة . ويجب اعداد هذه الكروكيات والتسجيلات بدقة خاصة عند اصلاح المكنات ذات التصاميم القديمة .

ولاخراج قضبان ملفات الاعضاء الدوارة يجب استعدال مشابك

الاربطة ونزع الاخيرة وطبع الارقام (حسب ترقيم الشقوق على رسم مخطط الملف) على كل الشقوق التى تنتسب اليها بدايات ونهايات الاطوار ، وكذلك القناطر الانتقالية ، وازالة الاسافين من شقوق العضو الدوار ومن ثم فلك اللحام فى الرؤوس ونزع اطواق التوصيل .

وينبغى استعدال الاجزاء الجبهية المقوسة لقضبان الطبقة العليا الواقعة من ناحية حلقات التلامس بمفتاح خاص (انظر الشكل ١٤٩ ، حـ) واخراج هذه القضبان من الشق وفى هذه الحالة يجب طبع رقم الشق والطبقة على كل قضيب وبعد ذلك وحسب هذا الترتيب يجرى اخراج قضبان الطبقة السفلى . ومن ثم ينبغى تنظيف القضبان من العازل القديم واستعدالها (تقويمها) بازالة النتوءات والاعوجاجات وتنظيف اطرافها بفرشاة معدنية .

وينبغى فى نهاية العملية تنظيف شقوق قلب العضو الدوار وماسك الملف ووردات الضغط من بقايا العازل ، وفحص حالة الشقوق . واذا وجدت اعطال فيجب ازالتها .

وتحرق القضبان المستخرجة من شقوق العضو الدوار والتى لا يفلح فى ازالة عازلها بالطريقة الميكانيكية فى افران خاصة عند حرارة ٦٠٠ ـــ ٦٥٠°م على ان لا يسمح لحرارة الحرق بان تزيد عن ٦٥٠°م حيث انها تسىء الى الخصائص الكهربائية والميكانيكية لنحاس القضبان نتيجة للحرق الزائد . ومن الممكن ازالة العازل عن القضبان النحاسية بالطريقة الكيميائية وذلك بغمرها لمدة ٣٠ ـــ ٤٠ دقيقة فى حوض به محلول حامض الكبريتيك بتركيز ٦٪ . ويجب غسل القضبان بعد اخراجها من الحوض فى محلول قلوى وفى الماء ومن ثم مسحها بقطع من القماش وتركها لتجف . واما اطرافها فتبيض بمونة لحام من القصدير والرصاص .

ويقام بتجديد عازل القضبان المحررة من العازل القديم والمستعدلة ، ويجب على العازل الجديد حسب المقاومة للتسخين وطريقة الانجاز وخواص العزل ان يطابق العازل من الانتاج المصنعى . ويجدد كذلك عازل الشق وذلك بوضع حشوات عازلة فى قاع الشقوق وبوضع علب الشقوق بشكل يضمن معه امتدادها المنتظم من الشقوق من طرفى قلب العضو الدوار .

وبانتهاء العمليات التحضيرية يباشر بتجميع الملف .

ويتكون تجميع الملف القضيبى للعضو الدوار من ثلاثة اشكال اساسية للاعمال هى : وضع القضبان فى شقوق قلب العضو الدوار ، وثنى الجزء الجبهى للقضبان وتوصيل قضبان الصفين العلوى والسفلى باللحام القصديرى او الكهربائى .

وترد القضبان المستعملة ثانية لوضعها فى الشقوق وهى مثنية بجزء جبهى واحد فقط . ويجرى ثنى الاطراف الاخرى لهذه القضبان بمفاتيح خاصة بعد وضعها فى الشقوق . وتوضع فى البداية قضبان الصف السفلى فى الشقوق بادخالها من الجهة المعاكسة لحلقات التلامس وبعد وضع الصف السفلى من القضبان كليا ، تجلس قطاعاتها المستقيمة فى قاع الشقوق واما الاجزاء الجبهية المثنية فتجلس على ماسك الملف المعزول . وتشد اطراف الاجزاء الجبهية المثنية بقوة بواسطة رباط مؤقت من سلك لين من الصلب مع ضغطها باحكام على ماسك الملف . ويلف رباط سلكى ثان مؤقت على منتصف الاجزاء الجبهية . وتقوم الاربطة المؤقتة بالحيلولة دون زحزحة القضبان اثناء العمليات اللاحقة لثنيها .

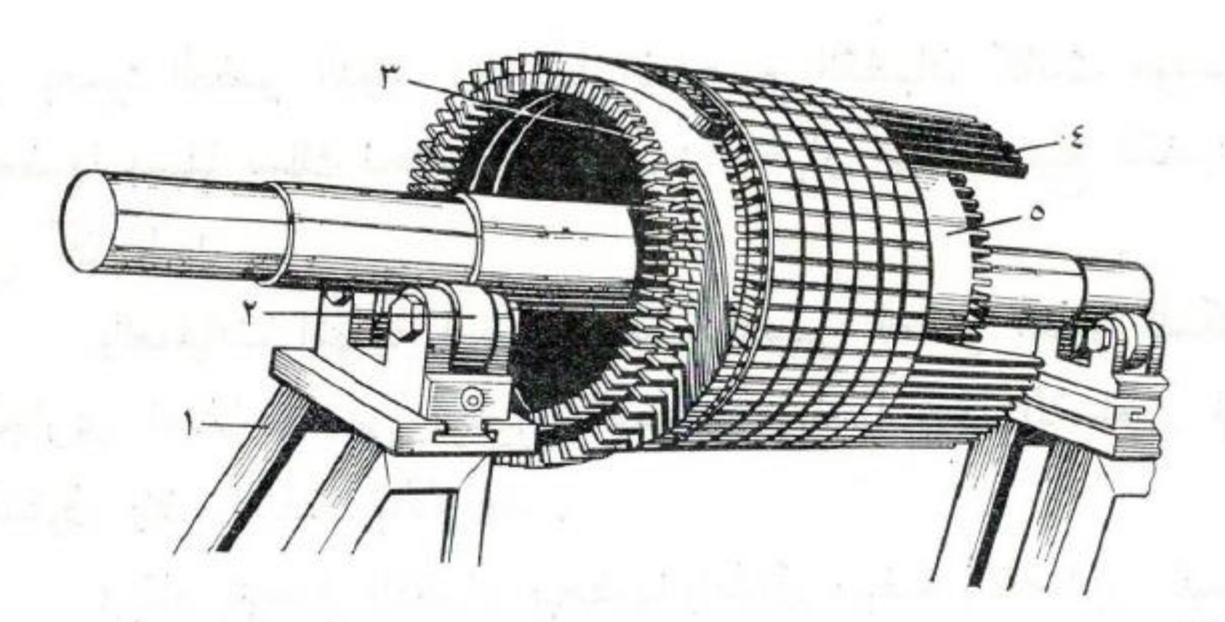
ويباشر بثنى الاجزاء الجبهية بعد تثبيت القضبان بالاربطة المؤقتة . وتثنى القضبان بواسطة مفتاحين خاصين (انظر الشكل

١٤٩ ز ، حـ) : فى البداية حسب الخطوة ومن ثم حسب نصف القطر مع ضمان الامتداد المحورى المطلوب والالتصاق المحكم لها بماسك الملف . ولثنى القضيب يؤخذ مفتاح باليد اليسرى (انظر الشكل ١٤٩ ، ز) ويلبس فمه على الجزء المستقيم من القضيب الخارج من شق القلب . ومن ثم يمسك باليد اليمنى مفتاح (انظر الشكل ١٤٩ ، حـ) ويلبس فمه على الجزء الجبهى للقضيب ويقرب باحكم الى المفتاح (انظر الشكل ١٤٩ ، ز) وبعد ذلك يثنى القضيب بالمفتاح السابق حسب الزاوية المطلوبة .

ولا تسمح الاجزاء المستقيمة للقضبان المجاورة بثنى القضبان الاولى فورا حسب الزاوية المطلوبة . ولذلك يفلح فى ثنى القضيب الاول فقط بمقدار المسافة القائمة بين قضيبين ، واما القضيب الثانى فيثنى بمقدار ضعف المسافة ، والثالث بمقدار ثلاثة اضعاف المسافة وهلمجرا الى ان يتم ثنى القضبان التى تحتل من ٢ ـ ٣ خطوات للملف ، حيث يصبح بالامكان بعد ذلك ثنى القضيب حسب الزاوية المطلوبة . وآخر ما تثنى (اضافيا) هى تلك القضبان التى بدأت عملية الثنى منها .

وتثنى كذلك بواسطة مفاتيح خاصة اطراف القضبان التى ستركب عليها فيما بعد اطواق التوصيل ، وتنزع بعد ذلك الاربطة المؤقتة عنها ، ويوضع على الاجزاء الجبهية العازل ما بين الطبقتين ، واما فى الشقوق فتوضع حشوات بين قضبان الطبقتين العليا والسفلى .

ويشاهد فى الشكل ١٥٠ العضو الدوار الطورى لمحرك لاتزامنى اثناء تجميع الملف القضيبى . وبعد وضع قضبان الصف السفلى ينتقل الى تركيب قضبان الصف العلوى للملف وذلك بادخالها فى الشقوق من الجهة المعاكسة لحلقات تلامس العضو الدوار . وبعد




الشكل ١٥٠ . عضو دوار طورى لمحرك لاتزامنى اثناء عملية تجميع الملف القضيبى : ١ – قائم تجهيزة الدوران ، ٢ – عجلة اسطوانية دوارة ، ٣ و ٤ – الصفان السفلى والعلوى للقضبان ؛ ٥ – العازل ما بين الصفين العلوى والسفلى للقضبان

وضع جميع قضبان الصف العلوى توضع عليها اربطة مؤقتة واما نهاياتها فتوصل بسلك من النحاس لفحص عازل الملف (للتأكد من انعدام التقصيرات على الجسم) .

واذا كانت نتائج اختبارات العازل مرضية ، فانه ومع الاستمرار فى عملية تجميع الملف تثنى اطراف القضبان العلوية باستخدام اساليب مماثلة لاساليب ثنى قضبان الطبقة السفلى ولكن فى الاتجاه المعاكس . وتثبت كذلك الاجزاء الجبهية المثنية للقضبان العلوية برباطين مؤقتين .

ويقام بعد تمديد قضبان الصفين العلوى والسفلى بتجفيف ملف العضو الدوار عند حرارة ٨٠ — ١٠٠° فى فرن او خزانة تجفيف مجهزة بدورة تهوية جارية . ويجرى اختبار الملف المجفف بتوصيل احد الالكترودين من محول قوى مخبرى عالى الفلطية باى قضيب من قضبان العضو الدوار ، واما الالكترود الثانى فيوصل بالقلب

او بعمود العضو الدوار ، وبما ان جميع القضبان كانت موصولة ببعضها مسبقا بسلك نحاسى فانه يجرى اختبار عوازل جميع القضبان فى آن واحد .

والعمليات النهائية لتجهيز ملف قضيبى للعضو الدوار للمكنة الجارى اصلاحها هى توصيل القضبان ببعضها ودق الاسافين فى الشقوق ولف الملف بالاربطة .

ويقام بتوصيل القضبان ببعضها باطواق مبيضة بالقصدير تلبس على اطرافها ، ومن ثم تلحم بمونة من القصدير والرصاص . وقد تكون الاطواق مجهزة من شريط نحاسى رقيق او من انبوبة نحاسية رقيقة الجدران بالقطر المطلوب . وتستخدم كذلك اطواق ذاتية القفل مجهزة من شريط نحاسى بسمك ١ — ١,٥ مم . ويوجد لاحد طرفى مثل هذا الطوق بروز مشكل واما الطرف الآخر فله تقوير يناسب البروز . وعند ثنى الطوق يدخل البروز فى التقوير ويشكل قفلا يمنع الطوق من الاستعدال .

وتلبس الاطواق (وفقا للمخطط) على اطراف القضبان ، ويدق بين كل طرف وآخر اسفين تلامسى * من النحاس ثم تلحم الوصلة بمونة لحام من الرصاص والقصدير بواسطة كاوية لحام او تغمس اطراف قضبان الملف المجمع للعضو الدوار فى حوض يحتوى على مصهور مونة اللحام . وبهدف الاقتصاد من مونة الرصاص والقصدير الباهظة الثمن توصل القضبان النحاسية كذلك باستعمال اللحام الكهربائى ، غير ان لهذه الطريقة عدة نواقص ، فمثلا تنخفض

---

* تستخدم الاسافين التلامسية لتكوين تلامس ثابت بين اطراف القضبان ، لكون طبقات القضبان مفصولة عن بعضها البعض ولذا لا تستطيع الاطراف الالتصاق ببعضها باحكام .

قابلية المكنة للاصلاحات اللاحقة لكون فلك القضبان الموصولة ببعضها باللحام الكهربائي مرتبطا بضرورة بذل جهود عملية كبيرة لفصل وتنظيف القطاعات الملحومة عند الاصلاحات اللاحقة . ولرفع متانة المكنة تستعمل لتوصيل القضبان باللحام مؤن لحام صلبة (من النحاس والفوسفور ، النحاس والزنك وغيرها) .

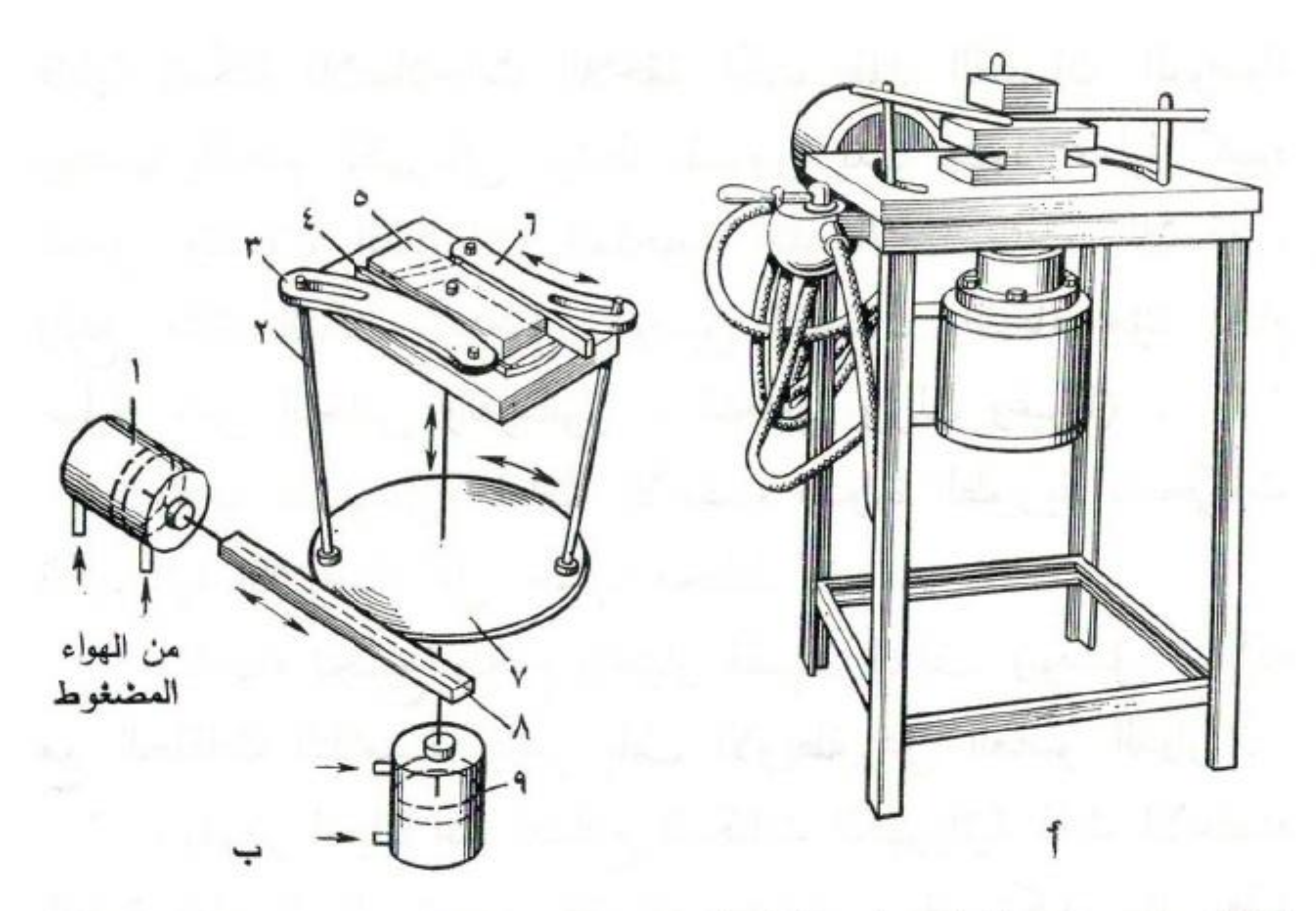
وغالبا ما توصل ملفات الاعضاء الدوارة الطورية للمحركات الكهربائية اللاتزامنية على حسب مخطط «نجمة» .

وبانتهاء تجميع ولحام واختبار قضبان الملف وتوصيل اسلاكه مع الحلقات التلامسية يباشر بلف الاربطة على العضو الدوار .

ويضطر احيانا عند اصلاح المكنات الكهربائية ذات الاعضاء الدوارة الطورية الى تجهيز قضبان جديدة . وقد تكون مثل هذه الضرورة مستدعية ليس فقط بتضرر العازل بل بتضرر قضبان الملف نفسها او باستبدال الملف الوشائعي المتواجد المتضرر بآخر قضيبي وغيره .

ويتطلب تجهيز القضبان الجديدة انجاز حجم كبير من عمليات الثنى . ويتم فى ورشات الاصلاح الكهربائى الضخمة وفى مصانع الاصلاح الكهربائى تحقيق عمليات ثنى القضبان المجهزة من جديد للاعضاء الدوارة بواسطة تجهيزات خاصة او مكنات الثنى .

وتشاهد فى الشكل ١٥١ ، أ و ب مكنة بسيطة تعمل بالهواء المضغوط لثنى قضبان الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج . ويجرى تشكيل القضبان على هذه المكنة على النحو التالى : توضع القطعة الماثلة للتشكيل فى شق الجزء السفلى للختم المتغير المكون من الجزء المتحرك ٥ والجزء الثابت ٦ ، المتنقل الى اعلى والى اسفل (تحت تأثير اسطوانة الهواء المضغوط ٩) . وللجزء الثابت شكل مقعر




الشكل ١٥١ . مكنة تعمل بالهواء المضغوط لثنى قضبان الاعضاء الدوارة واعضاء الانفتاج للمكنات الكهربائية :
أ – منظر عام ، ب – مخطط حركى ؛ ١ و ٩ – اسطوانتا الهواء المضغوط ، ٢ – مقود ، ٣ – ذراع الثنى ، ٤ – الجزء الجبهى للقضيب ؛ ٥ و ٦ – الجزءان المتحرك والثابت للختم ، ٧ – عجلة مسننة ، ٨ – قدة

واما الجزء المتحرك فله شكل محدب يطابق بتقوسه الجزء الجبهى للقضيب . وعند فتح صنبور الهواء المضغوط تتحرك اسطوانة الهواء المضغوط وتحت تأثيرها يقوم النصف العلوى من الختم بثنى الجزء الجبهى ٤ للقضيب طبقا لنصف القطر واما الذراعان ٣ فيقومان بثنى الطرف الخارج والجزء الشقى للقطعة . وتنقل الحركة الى الذراعين ٣ بالمقودين ٢ المثبتين على العجلة المسننة ٧ التى تدار بالقدة ٨ المرتبطة بذراع المكبس لاسطوانة الهواء المضغوط ١ . وتعزل القضبان بعد ثنيها .

وللحصول على قضيب متراص ذى القياسات المعطاة الدقيقة

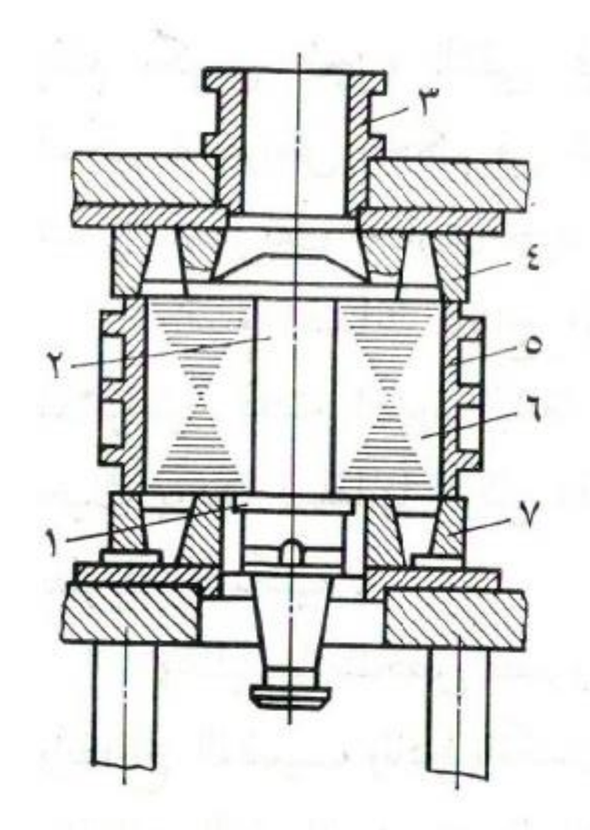
يقام بكبس الجزء الشقى فى مكابس خاصة . وتوضع القضبان المكبوسة بتراص محكم فى شقوق قلب العضو الدوار ومع ذلك فانها تتميز بتصريف حرارى جيد .

وتقوم الصناعة بانتاج الاغلبية العظمى من المكنات الكهربائية اللاتزامنية ذات القدرة البالغة ١٠٠ كيلوواط باعضاء دوارة مقصرة حيث يكون لملفاتها شكل «قفص السنجاب» المجهز من الالومنيوم بطريقة السكب .

وغاليا ما يتلخص تضرر العضو الدوار المقصر بظهور تشققات وانقطاع القضيب ونادرا بانكسار عنفات المروحة . ان ظهور التشققات وانقطاع القضبان هو نتيجة الاخلال بتكنولوجيا سكب شقوق العضو الدوار بالالومنيوم الذى يرتكبه المصنع المنتج .

وينحصر اصلاح العضو الدوار ذى القضيب المتضرر فى اعادة سكبه بعد صهر الالومنيوم من العضو الدوار وتنظيف الشقوق . ويجرى فى ورشات الاصلاح الكهربائى الصغيرة بسكب العضو الدوار بالالومنيوم فى قالب خاص ــ قالب معدنى (الشكل ١٥٢) ، يتكون من النصفين العلوى ٤ والسفلى ٧ وتوجد فيهما قنوات وتجاويف حلقية لتشكيل حلقات التقصير وعنفات المروحة عند السكب . وللحيلولة دون تسرب الالومنيوم من الشقوق عند الصب يستخدم القميص (الغلاف) ٥ القابل للفك من الحديد الزهر . ويجرى قبل السكب تجميع الرزمة ٦ للعضو الدوار على عمود التشكيل التكنولوجى ٢ ومن ثم تكبس على المكبس وتقفل على الاطار بالحلقة ١ .

وتركب الرزمة المجمعة على هذا الشكل فى القالب المعدنى المجهز . ويسكب العضو الدوار بالالومنيوم المصهور خلال الفنجان ٣ ــ بوابة السكب . وبعد ان يبرد الالومنيوم يفك القالب المعدنى .




الشكل ١٥٢ . قالب معدنى لسكب العضو الدوار المقصر بالالومنيوم : ١ — حلقة ، ٢ — عمود تشكيل ، ٣ — فنجان ، ٤ و ٧ — النصفان العلوى و السفلى للقالب ، ٥ — قميص (غلاف) ، ٦ — رزمة العضو الدوار

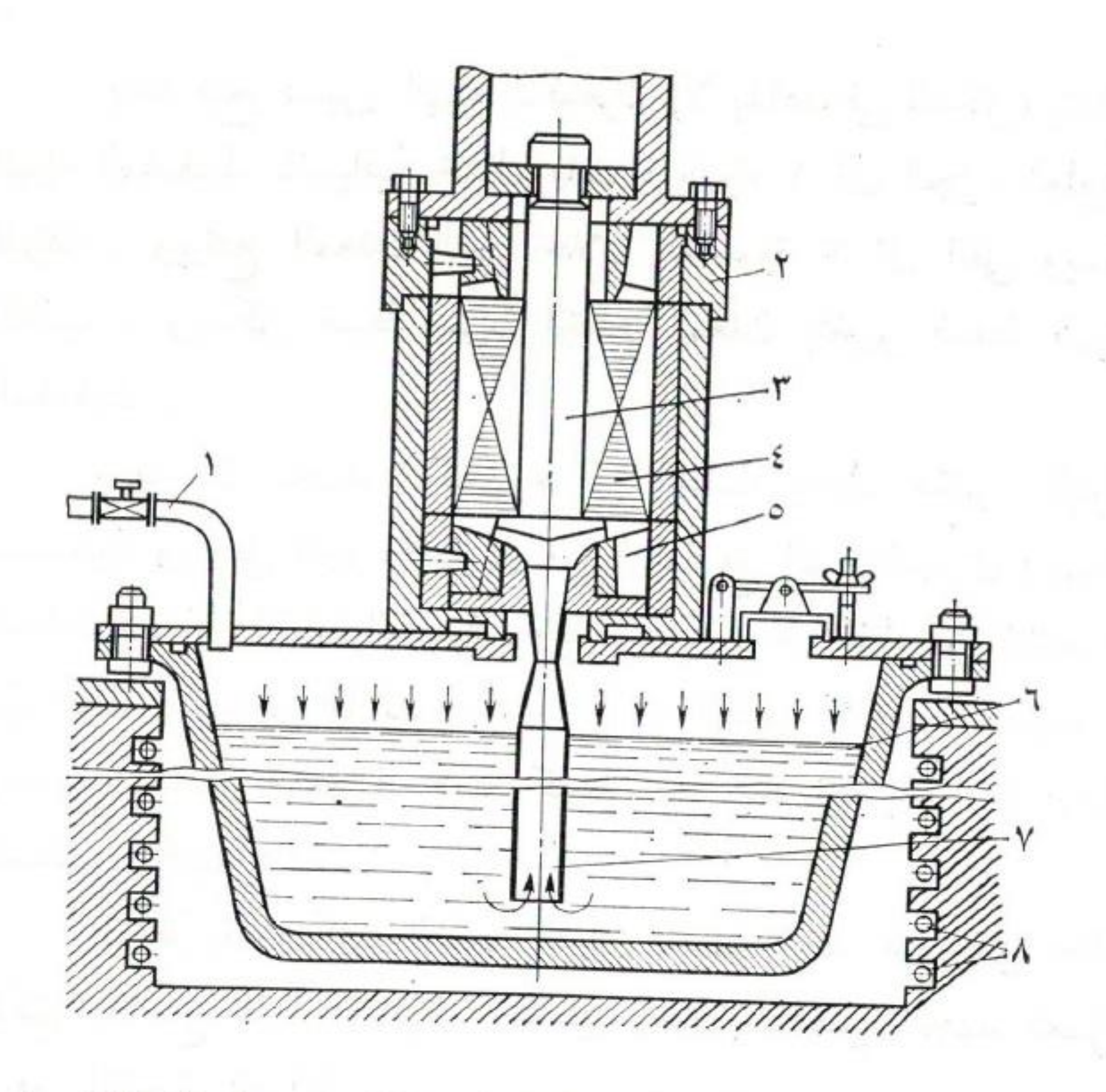
ويفصل الفنجان (بواسطة ازميل ومطرقة) عن العضو الدوار ومن ثم يطرد عمود التشكيل التكنولوجى على المكبس .

ويجب ان تكون للعضو الدوار الذى يوضع للسكب رزمة مكبوسة بشكل طبيعى ومسخنة الى ٥٥٠ — ٦٠٠°م، وذلك لزيادة التصاق الالومنيوم مع رزمة القلب من الصلب للعضو الدوار .

ويجرى سكب الاعضاء الدوارة المقصرة فى مصانع بناء المكنات الكهربائية ومصانع الاصلاح الكهربائى بطريقة الطرد المركزى او الارتجاج وكذلك بالالومنيوم بالسكب تحت الضغط .

ان طريقة سكب الالومنيوم تحت ضغط منخفض هى الأكثر فعالية وذلك لان مصهور الالومنيوم يسكب فى القالب مباشرة من الفرن حيث يستبعد هذا امكانية تأكسد المعدن الذى يحدث عند طرق السكب الاخرى .

وتنحصر مزية اخرى لهذه الطريقة فى انه عند السكب يمتلى القالب بالالمنيوم من الاسفل ولذا تتحسن ظروف ازالة الهواء من القالب .




الشكل ١٥٣ . مخطط سكب الاعضاء الدوارة بالالومنيوم بطريقة السكب تحت ضغط منخفض :

١ – ماسورة الهواء ، ٢ و ٥ – الجزءان المتحرك والثابت للقالب ، ٣ – عمود التشكيل ، ٤ – رزمة العضو الدوار ، ٦ – بوتقة ، ٧ – ماسورة المعدن المصهور ، ٨ – فرن

ويتم تحقيق عملية السكب على النحو التالى : يصب الالومنيوم المنظف من طبقات الشوائب والغاز فى البوتقة ٦ للفرن ٨ (الشكل ١٥٣) ومن ثم تغلق البوتقة باحكام . وتركب الرزمة ٤ للعضو الدوار والمجمعة على عمود التشكيل ٣ فى الجزء الثابت ٥ للقالب . واما الجزء المتحرك ٢ للقالب فانه يكمل كبس رزمة العضو الدوار بالقوة اللازمة اثناء هبوطه الى اسفل .

وعند فتح صنبور الهواء المضغوط (لا يشاهد فى الشكل) يندفع الهواء المضغوط بانسياب خلال ماسورة الهواء ١ الى الجزء العلوى للبوتقة . ويرتفع المعدن النقى خلال الماسورة ٧ الى اعلى ويملأ القالب . ويمكن ضبط سرعة ارتفاع المعدن بتغيير ضغط الهواء المضغوط .

وبعد ان يجمد الالومنيوم فى القالب يحول صنبور الهواء المضغوط ويتصل الجزء العلوى من البوتقة مع الهواء الجوى ويهبط الضغط فيها الى القيمة الطبيعية . وينزل الالومنيوم السائل من الماسورة الى البوتقة . ويفتح القالب ويستخرج منه العضو الدوار المسكوب . ويصبح بنيان معدن السكب كثيفا عند هذه الطريقة واما نوعية السكب فتكون عالية .

ان طريقة سكب العضو الدوار تحت ضغط منخفض فعالة ولكنها تحتاج الى التحديث اللاحق بهدف تقليص الجهد العملى ورفع انتاجية العملية .

اصلاح ملفات اعضاء الانتاج . ان الاعطال الاساسية لملفات اعضاء الانتاج هى الخرق الكهربائى للعازل على الجسم او الرباط ، والتقصير بين اللفات والوحدات ، والتضرر الميكانيكى لأماكن اللحام. وعند تجهيز عضو الانتاج للاصلاح مع استبدال الملف ينظف من الاوساخ والزيت وتنزع الاربطة القديمة ويزال الملف القديم بعد فك اللحام عن عضو التوحيد وذلك بعد تسجيل جميع المعطيات اللازمة للاصلاح مسبقا .

وفى الغالب يكون اخراج وحدات الملف من الشقوق فى اعضاء الانتاج ذات العازل الميكانيتى الهيكلى صعبا جدا . واذا لم يفلح

فى اخراج الوحدات ، يقام بتسخين عضو الانتاج فى خزانة تجفيف الى ١٢٠ ــ ١٥٠°م مع المحافظة على هذه الحرارة لمدة ٤٠ ــ ٥٠ دقيقة وبعد ذلك يقام باخراج الوحدات من الشقوق باستخدام اسفين رقيق مجلخ يدق بين الوحدتين العليا والسفلى لرفع الوحدات العليا وبين الوحدة السفلى وقاع الشق لرفع الوحدات السفلى . وتنظف شقوق عضو الانتاج المحررة من الملف من بقايا العازل القديم وتعالج بمبارد ومن ثم يطلى قاع وجدران الشقوق بورنيش عازل للكهرباء .

وتستخدم فى المكنات العاملة بالتيار المستمر ملفات قضيبية وشبلونية لاعضاء الانتاج . وتنجز الملفات القضيبية لاعضاء الانتاج بشكل مماثل لانجاز الملفات القضيبية للاعضاء الدوارة التى جاء وصفها اعلاه . وتستخدم للف الوحدات بالملف الشبلونى اسلاك معزولة وكذلك قضبان من النحاس معزولة بقماش مورنش او بشريط من الميكا .

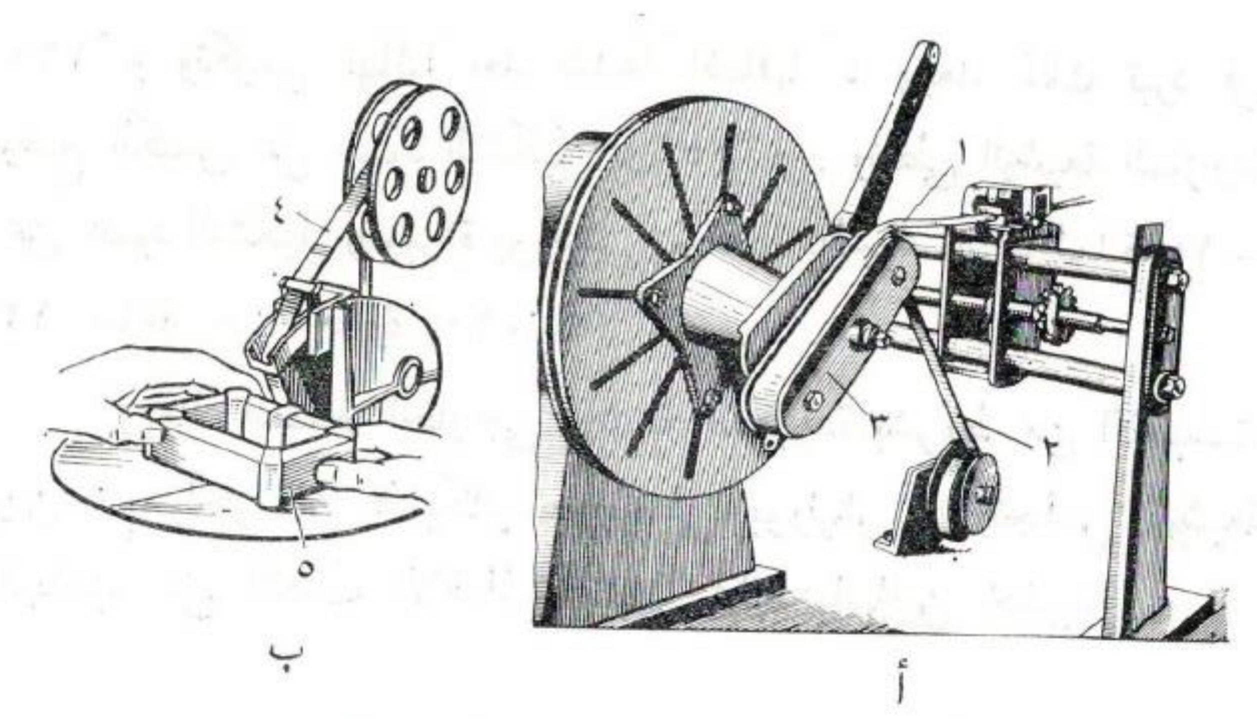
وتلف وحدات الملف الشبلونى على شبلونات جامعة الاغراض تسمح باجراء اللف ومن ثم المط لوحدة غير كبيرة بدون رفعها عن الشبلونة . واما مط وحدات اعضاء الانتاج للمكنات الضخمة فيجرى على مكنات خاصة بوسيلة ادارة ميكانيكية . وتثبت الوحدة ببعضها مؤقتا قبل المط وذلك بلفها بطبقة واحدة من شريط الورق القطنى لضمان صحة تشكيلها اثناء المط . وتعزل وشائع الملفات الشبلونية باليد واما فى المؤسسات الكبرى للاصلاح فتعزل على مكنات عزل خاصة . ويجب عند ادخال الوشيعة الشبلونية ان يعنى بترقيدها فى الشق بشكل صحيح : اى يجب ان تكون نهاياتها الموجهة نحو عضو التوحيد وكذلك البعد عن طرف صلب القلب وحتى نقطة تحول

الجزء المستقيم (الشقى) الى جزء جبهى متساوية . وبعد ترقيد جميع الوشائع وفحص صحة العمليات المنجزة توصل اسلاك الملف بشرائح عضو التوحيد باللحام بمونة من الرصاص والقصدير .

ويعتبر توصيل اسلاك ملف عضو الانتاج بشرائح عضو التوحيد احدى اهم عمليات الاصلاح . واللحام المنجز بنوعية رديئة يسبب زيادة محلية للمقاومة وتسخينا مرتفعا فى قطاع التوصيل عند عمل المكنة مما قد يؤدى الى تعطلها واخراجها من حيز العمل .

ولانجاز عمليات اللحام يقام مسبقا بحماية ملف عضو الانتاج بتغطيته بشرائح من الكرتون الاسبستى ومن ثم يركب عضو الانتاج مع عضو التوحيد فى وضع مائل وذلك لمنع تسرب مصهور المونة الى الفراغ الكائن ما بين الشرائح عند اللحام . وتدخل بعد ذلك النهايات المنظفة لاسلاك الملف فى فتحات الشرائح او الاعناق ويذر عليها مسحوق صمغ الصنوبر ويسخن عضو التوحيد بانتظام (بشعلة وابور اللحام او السخان الغازى) الى ١٨٠ — ٢٠٠°م وتلحم اسلاك الملف على الشرائح بصهر سيخ مونة اللحام بالكاوية .

وتفحص نوعية اللحام بالمعاينة الظاهرية وبقياس المقاومة الانتقالية بين ازواج الشرائح المتجاورة بتمرير تيار التشغيل فى ملف عضو الانتاج . ولا يجب ان تكون هناك نقاط متجمدة من مونة اللحام على سطح شرائح عضو التوحيد وما بينها . وفى حالة انجاز اللحام بنوعية جيدة يجب ان تكون المقاومة الانتقالية بين جميع ازواج شرائح عضو التوحيد متساوية . ولا يجب ان يسبب امرار تيار تشغيلى مقدر خلال ملف عضو الانتاج لمدة ٢٥ — ٣٠ دقيقة تسخينات محلية زائدة تدل على رداءة اللحام المنجز .




الشكل ١٥٤ . مكنات لتجهيز الوشائع القطبية :
أ – للف الوشيعة بشرائط من النحاس ، ب – لعزل الوشيعة التى تم لفها ؛ ١ – شريط من النحاس ، ٢ – شريط من الميكانيت ، ٣ – شبلونة ، ٤ – شريط من الكيبر ، ٥ – وشيعة قطبية

اصلاح وشائع الاقطاب . غالبا ما تظهر فى المكنات الكهربائية العاملة بتيار مستمر والداخلة الى حيز الاصلاح وشائع الاقطاب الاضافية الملفوفة بقضيب نحاسى مستطيل المقطع على الجانب المفلطح او على الضلع متضررة اكثر من غيرها . وليس القضيب نفسه هو الذى يتضرر بل العازل ما بين لفاته . ويقتصر اصلاح الوشيعة على ترميم العازل ما بين اللفات بطريقة اعادة لف الوشيعة .

ويعاد لف الوشيعة على مكنة اللف (الشكل ١٥٤ ، أ) ومن ثم تعزل على مكنة العزل (الشكل ١٥٤ ، ب) .

وتشد الوشيعة المعزولة بشريط من القماش القطنى وتكبس. ويقام لهذا الغرض بتلبيس الوردة العازلة الجانبية على عمود التشكيل ومن ثم تركيب الوشيعة عليها وتغطيتها بالوردة الثانية وبعد ذلك تضغط الوشيعة على عمود التشكيل وتوصل بمحول مكنة اللحام وتسخن الى

۱۲۰° م وتكبس نهائيا بعد شدها اضافيا ، وبعد ذلك تبرد فى وضع الكبس على عمود التشكيل الى ۲٥° م . وتغطى الوشيعة المنزوعة عن عمود التشكيل والمبردة بورنيش يجفف بالهواء وتترك لمدة ۱۰ — ۱۲ ساعة عند حرارة ۲۰ — ۲٥° م .

ويعزل السطح الخارجى للوشيعة المكبوسة بشريط من الاسبست ومن ثم بآخر من الميكانيت ويغطى بورنيش . وتجلس الوشيعة الجاهزة على القطب الاضافى وتثبت عليه باسافين خشبية .

تجفيف الملفات وتشبيعها . ان بعض المواد العازلة (الكرتون الكهربائى وشرائط القماش القطنى وغيرها) المستخدمة فى الملفات قادرة على امتصاص الرطوبة الموجودة فى الوسط المحيط . وتدعى هذه المواد بالماصة للرطوبة . ويعيق وجود الرطوبة فى المواد العازلة للكهرباء النفاذ العميق لورانيش التشبيع فى المسامات والاوعية الشعرية للقطع العازلة ولذا يجفف الملف قبل تشبيعه .

ويجرى تجفيف * ملفات الاعضاء الساكنة والدوارة واعضاء الانتاج (قبل تشبيعها) فى افران خاصة عند حرارة ۱۰٥ — ۲۰۰°م . ويقام بالتجفيف فى الآونة الاخيرة بالاشعة تحت الحمراء والتى تعتبر المصابيح المتوهجة الخاصة مصدرا لها .

ويجرى تشبيع الملفات المجففة فى احواض تشبيع خاصة

---

* وقد لا يجرى تجفيف الملفات قبل تشبيعها عندما يكون الملف منجزا من اسلاك ذات عازل مقاوم للرطوبة (اسلاك لف مطلية بالميناء او ذات عازل من الليف الزجاجى) ، وعازل الشق منجزا من قماش زجاجى او من مواد اخرى غير ماصة للرطوبة مماثلة له بالخصائص العازلة للكهرباء .

توضع فى غرفة مستقلة مجهزة بالتهوية الجارية وبالوسائل اللازمة لاطفاء الحريق .

ويتم التشبيع بغمر اجزاء المكنة الكهربائية فى حوض مملوء بالورنيش ، ولذا يجب ان تكون ابعاد الحوض محسوبة طبقا لابعاد المكنات الجارى اصلاحها . ولزيادة قدرة الورنيش على النفاذية ولتحسين ظروف التشبيع تجهز الاحواض بتجهيزة لتسخين الورنيش . وتكون الاحواض المعدة لتشبيع الاعضاء الساكنة والدوارة للمكنات الكهربائية الضخمة مزودة بآلية أذرع تعمل بالهواء المضغوط وتسمح عند تدوير مقبض صنبور التوزيع بفتح واغلاق غطاء الحوض الثقيل بانسياب وبدون جهد .

وتستخدم لتشبيع الملفات ورانيش تشبيع زيتية وقارية زيتية تجفف بالهواء او فى فرن ، وفى حالات خاصة تستخدم ورانيش عضوية سيليكونية . ويجب ان تمتاز ورانيش التشبيع بلزوجة قليلة وبقدرة جيدة على النفاذية . ويجب ان يخلو الورنيش من المواد التى تبدى تأثيرا ضارا على عازل الاسلاك والملف . ويجب ان تصمد ورانيش التشبيع لمدة طويلة لتأثير الحرارة التشغيلية بدون ان تفقد فى هذه الحالة الخواص العازلة .

وتشبع ملفات المكنات الكهربائية مرة واحدة او مرتين او ثلاث مرات تبعا لظروف استخدامها ومتطلبات المقاومة الكهربائية والوسط المحيط ونظام العمل وهلمجرا . وتفحص باستمرار لزوجة وكثافة الورنيش فى الحوض عند تشبيع الملفات ، وذلك لان مذيبات الورانيش تتطاير بالتدريج وتتكثف الورانيش نفسها . وفى هذه الحالة تنخفض بشدة امكانية نفاذها فى عازل اسلاك الملف الواقعة فى شقوق قلب العضو الساكن او الدوار ، وتنخفض بالاخص فى

الورانيش الكثيفة عند الترقيد المتراص للاسلاك فى الشقوق . وقد يؤدى العزل غير الكافى للملفات فى ظروف معينة الى الخرق الكهربائى لعازلها . ويقام للحفاظ على الكثافة المطلوبة للورنيش باضافة المذيبات بشكل دورى الى حوض التشبيع .

وتجفف ملفات المكنات الكهربائية بالهواء الساخن فى غرف خاصة بعد التشبيع . وتقسم غرف التجفيف حسب طريقة التسخين الى غرف ذات تسخين بالكهرباء او بالغاز او بالبخار ، وحسب نظام دورة الهواء المسخن تقسم الى غرف ذات دورة طبيعية او اصطناعية (اجبارية) ، وحسب نظام التشغيل يميز بين غرف التجفيف ذات العمل الدورى والمستمر .

وللاستخدام المتكرر لحرارة الهواء المسخن ولتحسين نظام التجفيف فى الغرف تستعمل طريقة اعادة الدورة التى يعود فيها ٥٠ ــ ٦٠٪ من الهواء الساخن الذى اكمل عمله الى غرفة التجفيف ثانية . وتستخدم لتجفيف الملفات فى معظم مصانع الاصلاح الكهربائى وفى الورشات الكهربائية للمؤسسات الصناعية غرف تجفيف ذات تسخين بالكهرباء .

وهذه الغرفة هى عبارة عن بنيان هيكلى ملحوم من الصلب مركب على ارضية من الخرسانة . وتكون جدران الغرفة مبطنة بالآجر وبطبقة من الخبث القطنى . ويسخن الهواء المدفوع الى الغرفة بسخانات كهربائية مكونة من طقم عناصر تسخين انبوبية . ويتم ملء واخلاء الغرفة بواسطة عربة يمكن التحكم فى حركتها (الى الامام والوراء) من لوحة التحكم . واما اجهزة بدء وتشغيل المروحة وعناصر التسخين فى الغرفة فهى محمية (اى تعمل بنظام القفل المتشابك) بحيث يمكن تشغيل عناصر التسخين فقط بعد تشغيل

المروحة . وتجرى حركة الهواء خلال جهاز التسخين الى الغرفة بدورة مغلقة .

ويقذف بالهواء الذى اتم عمله كليا الى الجو فى المرحلة الاولى للتجفيف (١ ــ ٢ ساعة بعد البدء) وذلك عندما تتبخر الرطوبة الموجودة فى الملفات بسرعة ، ويعاد الى الغرفة فى الساعات التالية للتجفيف جزء من الهواء الساخن الذى اتم عمله والذى يحتوى على كميات قليلة من الرطوبة وابخرة المذيب . وتتوقف الحرارة القصوى القائمة فى الغرفة على بنيان العازل ودرجة مقاومته للتسخين ولكنها لا تزيد عادة عن ٢٠٠° م واما الحجم الداخلى النافع للغرفة فيحدد بابعاد المكنات الكهربائية الجارى اصلاحها .

وتجرى اثناء تجفيف الملفات مراقبة مستمرة لحرارة غرفة التجفيف والهواء الخارج منها . وتتوقف مدة التجفيف على بنيان ومادة الملفات المشبعة وابعاد القطعة المصنوعة وخواص ورنيش التشبيع والمذيبات المستعملة وحرارة التجفيف وطريقة دوران الهواء فى غرفة التجفيف والقدرة الحرارية لجهاز التسخين .

وتوضع الملفات فى غرفة التجفيف على نحو بحيث يلفحها الهواء الساخن بشكل افضل ، وتنقسم عملية التجفيف الى تسخين الملفات لاخراج المذيبات وتحميص طبقة الورنيش .

وعند تسخين الملفات لاخراج المذيبات ، يكون من غير المرغوب فيه رفع الحرارة لاكثر من ١٠٠ ــ ١١٠° م وذلك لانه من الجائز حدوث اخراج جزئى للورنيش من المساحات والاوعية الشعرية والاهم من ذلك حدوث تحميص جزئى لطبقة الورنيش قبل اخراج المذيب كليا . ويؤدى هذا عادة الى جعل طبقة الورنيش مسامية ويزيد من صعوبة اخراج بقايا المذيب .

ويعجل تبادل الهواء العنيف عملية اخراج المذيبات من الملفات . ويجرى اختيار سرعة ابدال الهواء فى كل حالة موضوعية تبعا لبنيان وقوام عازل الملفات وورانيش التشبيع والمذيبات . ولاختصار مدة التجفيف يسمح فى المرحلة الثانية لتجفيف الملفات اى اثناء تحميص طبقة الورنيش برفع حرارة تجفيف الملفات مع العازل من الصنف A الى ١٣٠ — ١٤٠°م لفترة قصيرة (لا تزيد عن ٥ — ٦ ساعات) . واذا لم يرضخ الملف للتجفيف (اى تبقى مقاومة العازل منخفضة بعد عدة ساعات من التجفيف) تتاح للمكنة فرصة للتبريد الى درجة حرارة تزيد عن درجة حرارة الهواء المحيط بمقدار ١٠ — ١٥°م ، ومن ثم يجفف الملف من جديد . وعند تبريد المكنة يراعى بان لا تهبط درجة حرارتها الى درجة حرارة الهواء المحيط وخلافا لذلك تترسب عليها الرطوبة ويترطب الملف .

وتتكون عمليات التشبيع والتجفيف موحدة وممكننة فى المؤسسات الكبرى للاصلاح الكهربائى . وتستخدم لهذا الغرض وحدة خط تجميع خاصة للتشبيع والتجفيف .

<u>اختبار الملفات</u> . ان المؤشرات الاساسية لنوعية عازل الملف التى تحدد ثبات عمل المكنة الكهربائية هى المقاومة والمتانة الكهربائية . ولذا تجرى اثناء عملية تجهيز ملفات المكنات الجارى اصلاحها الاختبارات اللازمة عند كل انتقال من عملية تكنولوجية الى اخرى . ومع الاستمرار فى انجاز عمليات تجهيز الملف والتقدم نحو المرحلة الختامية تنخفض قيم الفلطيات الاختبارية لتصبح قريبة من القيم المسموح بها والمرعية حسب القوانين المناسبة . ويفسر هذا بانه بعد انجاز بعض العمليات المستقلة قد تقل مقاومة العازل فى كل

مرة . واذا لم يجر تخفيض الفلطيات الاختبارية فى بعض مراحل الاصلاح فقد يحدث خرق للعازل فى لحظة ما من جاهزية الملف حيث تتطلب عندها اعادة كل العمل المنجز سابقا لازالة هذا العيب .

ويجب ان تكون الفلطيات الاختبارية كذلك بحيث تظهر اثناء الاختبارات قطاعات العازل ذات العيوب وعلى ان لا يتضرر الجزء الصالح للعازل فى الوقت نفسه .

وقد اوردت قيم الفلطيات الاختبارية اثناء سير عملية اصلاح الملفات فى الجدول رقم ٧ .

الجدول ٧

**قيم الفلطيات الاختبارية اثناء اصلاح الملفات**

| عملية الاصلاح | الفلطية الاختبارية ، فلط ، عند الفلطية المقدرة للمكنة ، فلط | | |
|---|---|---|---|
| | الى ٢٣٠ | ٤٠٠ | ٦٦٠ |
| تجهيز او اعادة عزل الوشيعة بعد وضعها فى الشقوق واسفنتها ولكن قبل توصيل المخطط | ٢٠٠٠ | ٢٣٠٠ | ٢٦٠٠ |
| نفس الشىء بعد توصيل ولحام وعزل المخطط | ١٧٠٠ | ٢٠٠٠ | ٢٢٠٠ |
| اختبار الوشيعة الغير مرفوعة من الشقوق | ١٣٠٠ | ١٦٠٠ | ١٨٠٠ |
| اختبار الملف كله بعد توصيل المخطط عند الاصلاح الجزئى للملفات | ١١٠٠ | ١٣٠٠ | ١٦٠٠ |

ملاحظة : طول فترة الاختبارات دقيقة واحدة .

ويدخل فى قائمة اختبارات الملفات قياس مقاومة عازل الملفات قبل التشبيع وبعد التشبيع والتجفيف . وعدا عن ذلك تختبر المتانة الكهربائية لعازل الملفات بتوصيل فلطية عالية اليه .

ويجب بعد التشبيع والتجفيف ان لا تقل مقاومة عازل ملفات المحركات الكهربائية العاملة بفلطية تبلغ ٦٦٠ فلط المقاسة بميجاومتر محسوب على ١٠٠٠ فلط عن : ٣ ميجااوم — لملف العضو الساكن و ٢ ميجااوم — لملف العضو الدوار (بعد اعادة اللف كليا) ، ١ ميجااوم لملف العضو الساكن و ٠,٥ ميجااوم — لملف العضو الدوار (بعد اعادة اللف جزئيا) . ان القيم المشار اليها لمقاومات عازل الملفات غير نظامية بل يوصى بها انطلاقا من الممارسة العملية للاصلاح واستخدام المكنات الكهربائية المرممة .

ويجب ان تتعرض جميع المكنات الكهربائية للاختبارات المناسبة بعد الاصلاح. وينبغى عند الاختبارات واختيار اجهزة القياس لها وتجميع مخطط القياسات وتحضير المكنة الجارى اختبارها واقرار طرق وانظمة الاختبارات وكذلك تقييم نتائج الاختبارات الاسترشاد بالتعليمات المناسبة .

## البند ٤٥ . تربيط وموازنة الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج

التربيط . تظهر عند دوران الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج للمكنات الكهربائية القوى الطاردة المركزية ، التى تحاول قذف الملف من الشقوق واستعدال الاجزاء الجبهية له . وتستخدم لمكافحة تأثير القوى الطاردة المركزية وللابقاء على الملف فى الشقوق الاسفنة وتربيط الملفات الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج .

ان استخدام طريقة تثبيت الملفات (بالاسافين والاربطة)

متوقف على شكل شقوق العضو الدوار او عضو الأنتاج . وتستخدم عند اشكال الشق النصف مفتوحة والنصف مغلقة اسافين فقط واما عند الشكل المفتوح للشق فتستخدم اربطة او اسافين . وتثبت الاجزاء الشقية للملفات فى قلوب اعضاء الانتاج والاعضاء الدوارة بواسطة اسافين او اربطة من سلك تربيط من الصلب او بشريط من الليف الزجاجى وكذلك بالاسافين والاربطة فى آن واحد . وللتثبيت المتين للملفات اهمية كبرى وذلك لضرورة صموده لتأثير ليس فقط القوى الطاردة المركزية بل القوى الديناميكية ايضا والتى تتعرض لتأثيرها الملفات عند التغير المفاجىء للتيار فيها . ويستعمل لتربيط الاعضاء الدوارة سلك مبيض من الصلب بقطر ٠,٨ — ٢ مم يمتاز بمقاومة كبيرة للقطع .

وتجلس الاجزاء الجبهية للملف قبل لف الاربطة بضربات شاكوش خلال حشوة خشبية لكى تتوزع على محيط دائرة . ويغطى عند تربيط العضو الدوار الفراغ الكائن تحت الاربطة باشرطة من الكرتون الكهربائى مسبقا لتكوين حشوة عازلة بين قلب العضو الدوار والرباط تبرز بمقدار ١ — ٢ مم عن طرفى الرباط .

ويلف الرباط باكمله من قطعة سلك واحدة بدون لحامات . وتوضع على الاجزاء الجبهية للملف تفاديا لانتفاخها لفات السلك من منتصف العضو الدوار نحو طرفيه . واذا وجدت اقنية خاصة للعضو الدوار فيجب ان لا يبرز سلك التربيط والاقفال من فوقها وعند انتفاء الاقنية يجب ان يكون سمك الاربطة وموقعها كما كانا عليه قبل الاصلاح .

ويجب ان توضع القوامط الجارى تركيبها على العضو الدوار فوق الاسنان وليس فوق الشقوق ، وفى هذه الحالة يجب ان يكون

عرض كل قامطة اقل من عرض الجزء العلوى للسن . وتوزع القوامط على الاربطة بانتظام على محيط دائرة العضو الدوار وبمسافة بينها لا تزيد عن ١٦٠ مم .

ويجب ان تكون المسافة بين رباطين متجاورين ٢٠٠ ــ ٢٦٠ مم . وتثبت بداية ونهاية سلك التربيط بقامطتى قفل بعرض ١٠ ــ ١٥ مم توضعان على مسافة ١٠ ــ ٣٠ مم بين احداها والاخرى . وتلف اطراف القوامط على فتل الرباط وتلحم بمونة لحام من القصدير والرصاص .

ويغطى سطح الاربطة الملفوفة باكمله بمونة لحام من القصدير والرصاص وذلك لزيادة متانتها وللحيلولة دون تحطمها بالقوى الطاردة المركزية الناجمة عن كتلة الملف عند دوران العضو الدوار . ويجرى لحام الاربطة بكاوية اللحام ذات القوس الكهربائى مع قضيب من النحاس بقطر ٣٠ ــ ٥٠ مم الموصول بمحول اللحام الكهربائى .

وغالبا ما تستبدل فى الممارسة العملية للاصلاح الاربطة السلكية باخرى منجزة بشرائط زجاجية من ليف زجاجى وحيد الاتجاه (فى الاتجاه الطولى) ومشبع بورانيش ذات رد فعل حرارى . ويستخدم للف الاربطة بالشريط الزجاجى نفس الجهاز المستخدم للتربيط بسلك من الصلب ولكن بتجهيزات مضافة اليه على شكل عجلات شد اسطوانية دوارة ومرقدات الشريط .

وخلافا للتربيط بسلك من الصلب يسخن العضو الدوار الى ١٠٠° م قبل لف الاربطة عليه بالشريط الزجاجى . وهذا التسخين ضرورى لانه عند وضع الرباط على العضو الدوار البارد ينخفض

التوتر المتخلف فى الرباط عند تحميصه اكثر مما ينخفض عند تربيط العضو الدوار المسخن .

ويجب ان يزيد مقطع الرباط من الشريط الزجاجى بما لا يقل عن مرتين عن مقطع الرباط من السلك . ويجرى تثبيت اللفة الاخيرة من الشريط الزجاجى مع الطبقة الواقعة تحتها اثناء عملية تجفيف الملف عند تحميص الورنيش ذى رد الفعل الحرارى المشبع به الشريط الزجاجى . ولا تستخدم الاقفال والقوامط والعازل ما تحت الاربطة عند تربيط ملفات الاعضاء الدوارة بشريط زجاجى .

الموازنة . تعرض الاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج المرممة للمكنات الكهربائية للموازنة الستاتيكية ، وعند الضرورة للموازنة الديناميكية وذلك بعد تجميعها مع المراوح والاجزاء الدوارة الاخرى. وتجرى الموازنة على مكنات خاصة لاظهار عدم التوازن لكتل العضو الدوار او عضو الانتاج لكونه السبب الدائم لحدوث الارتجاج اثناء عمل المكنة .

ويتكون العضو الدوار وعضو الانتاج من عدد كبير من القطع ولذا لا يمكن ان يكون توزيع الكتل فيهما منتظما بشكل دقيق . واسباب التوزيع الغير منتظم للكتل هى — اختلاف السمك او الكتلة لبعض القطع ، ووجود تقعرات فيها ، والامتداد المتباين للاجزاء الجبهية للملف وغيرها .

وقد تكون كل قطعة داخلة فى تكوين العضو الدوار او عضو الانتاج المجمع غير متوازنة نتيجة ازاحة خطوط محاور قوة الاستمرار عن خط محور الدوران . ويمكن فى العضو الدوار او عضو الانتاج المجمع ان يحدث جمع الكتل غير المتوازنة لبعض القطع او تعويضها المتبادل وذلك تبعا لمواقعها .

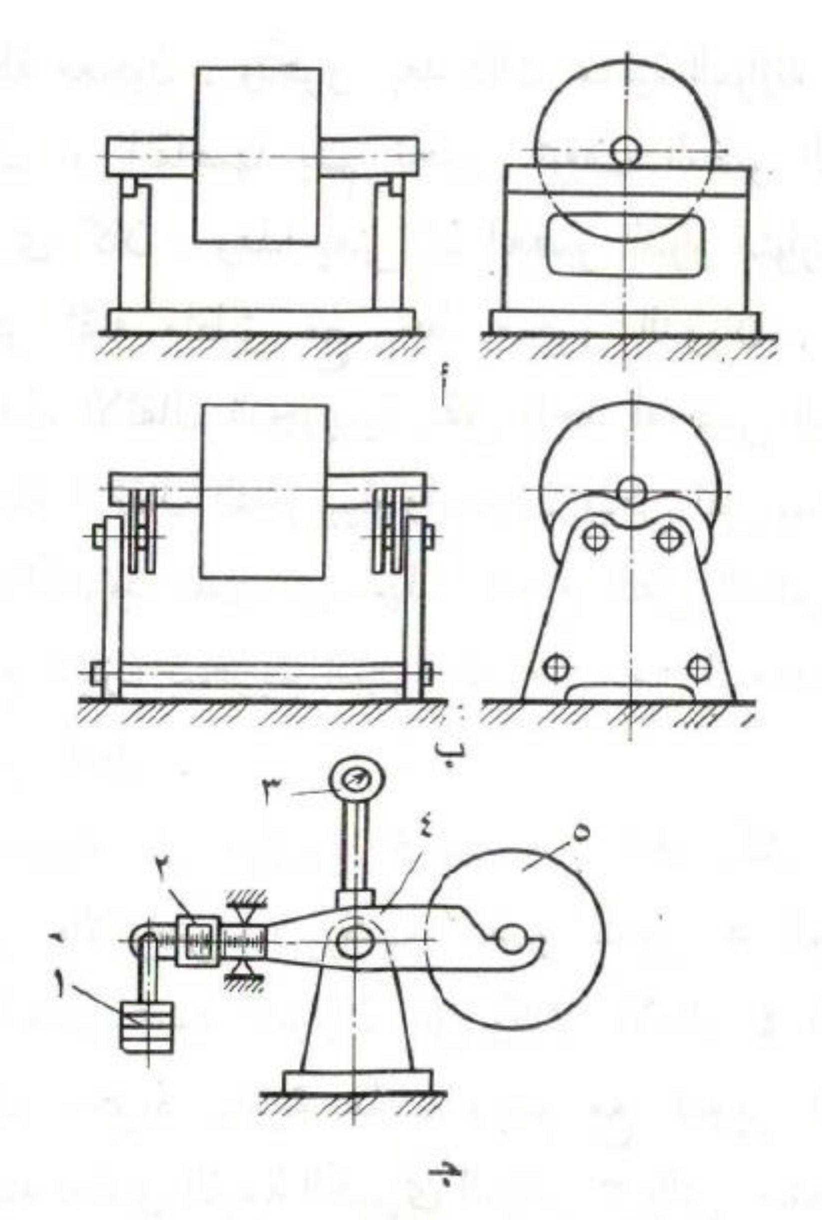
وتدعى الاعضاء الدوارة واعضاء الأنتاج التى لا يتطابق فيها خط المحور الرئيسى المركزى لقوة الاستمرار مع خط محور الدوران بالاعضاء الغير متوازنة . وكقاعدة فان عدم التوازن يتألف من مجموع عدم التوازن الستاتيكى والديناميكى .

ويسبب دوران العضو الدوار وعضو الانتاج اللذين لم تجر موازنتهما الارتجاج القادر على تحطيم كراسى التحميل واساس المكنة . ويزال التأثير الهدام للاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج الغير متوازنة بطريقة موازنتها ، التى تنحصر فى تحديد مقدار ومكان الكتلة الغير متوازنة .

ويجرى تحديد عدم التوازن بالموازنة الستاتيكية او الديناميكية . ويتوقف اختيار طريقة الموازنة على دقة التوازن التى يمكن بلوغها على المعدات الموجودة .

ويتم عند الموازنة الديناميكية الحصول على نتائج أعلى لتعويض عدم التوازن (أقل عدم توازن متبقى) مما هى عليه عند الموازنة الستاتيكية . ويمكن بموازنة كهذه ازالة عدم التوازن الديناميكى وكذلك الستاتيكى على حد سواء . وعند ضرورة ازالة عدم التوازن على طرفى العضو الدوار او عضو الانتاج ينبغى فقط اجراء الموازنة الديناميكية . وتجرى الموازنة الستاتيكية عند عدم دوران العضو الدوار على المواشير (الشكل ١٥٥ ، أ) او على الاقراص (الشكل ١٥٥ ، ب) او على موازين خاصة (الشكل ١٥٥ ، ج) . ويمكن بهذه الموازنة ازالة عدم التوازن الستاتيكى فقط .

ويقام لتحديد عدم التوازن باخراج العضو الدوار من حالة التوازن بدفعة خفيفة . وسوف يحاول العضو الدوار (عضو الانتاج) الغير متوازن العودة الى وضع يصبح فيه جانبه الثقيل فى الاسفل .




الشكل ١٥٥ . طرق الموازنة الستاتيكية للاعضاء الدوارة ولاعضاء الانتاج :
أ – على المواشير ، ب – على الاقراص ، ﺟ – على موازين خاصة ؛ ١ – ثقل ، ٢ – اطار الثقل ، ٣ – مؤشر ، ٤ – أطار ، ٥ – العضو الدوار (عضو الانتاج) الجارى موازنته

وبعد توقف العضو الدوار يعلم بالطبشور المكان الذى اصبح فى الوضع العلوى . وتكرر هذه العملية عدة مرات وذلك للتأكد من ان العضو الدوار (عضو الانتاج) يتوقف دائما فى هذا الوضع . ويدل توقف العضو الدوار فى الوضع ذاته على انحراف مركز الثقل .

وتركب فى المكان المخصص لاثقال الموازنة (يكون هذا على الاغلب القطر الداخلى لطوق الوردة الضاغطة) اثقال تجريبية مع

تثبيتها بواسطة معجون . وتكرر بعد ذلك عملية الموازنة . ومع اضافة كتلة الاثقال او انقاصها يتم تحقيق توقف العضو الدوار فى اى وضع اختيارى كان . وهذا يعنى ان العضو الدوار متوازن ستاتيكيا ، اى ان مركز ثقله منطبق مع خط محور الدوران . وبعد انتهاء الموازنة تستبدل الاثقال التجريبية بثقل واحد له نفس المقطع والكتلة المساوية لكتلة الاثقال التجريبية والمعجون ولكن اقل بما يعادل كتلة جزء من الالكترود الذى سيستهلك للحام الثقل الدائمى . ويمكن تعويض عدم التوازن بتخريم الجزء المناسب من المعدن من الجانب الثقيل للعضو الدوار .

ان الموازنة على موازين خاصة هى ادق بكثير من الموازنة على المواشير والاقراص . يركب العضو الدوار ٥ الجارية موازنته حيث تقع اعناق عمود الدوران على ركائز الاطار ٤ الذى يستطيع الدوران حول محوره بزاوية ما . ويتم مع تدوير العضو الدوار الجارية موازنته تحقيق القيمة الكبرى للمؤشر ٣ والتى ستحصل بشرط وقوع مركز ثقل العضو الدوار المشاهد فى الشكل (على اكبر بعد عن محور دوران الاطار) . ويتم باضافة الثقل — الاطار ٢ مع التدريجات الى الثقل ١ تحقيق موازنة العضو الدوار التى تحدد بعقرب المؤشر . وينطبق العقرب فى لحظة التوازن على تدريج الصفر .

واذا قمنا بتدوير العضو الدوار الى ١٨٠° فان مركز ثقله سيقترب نحو محور تأرجح الاطار بمقدار ضعف انحراف مركز الثقل للعضو الدوار بالنسبة لمحوره . ويجرى الحكم على هذه اللحظة باقل قراءة للمؤشر . ويقام بموازنة العضو الدوار ثانية بتحريك الاطار الثقل ٢ على المسطرة المدرجة بالغرامات

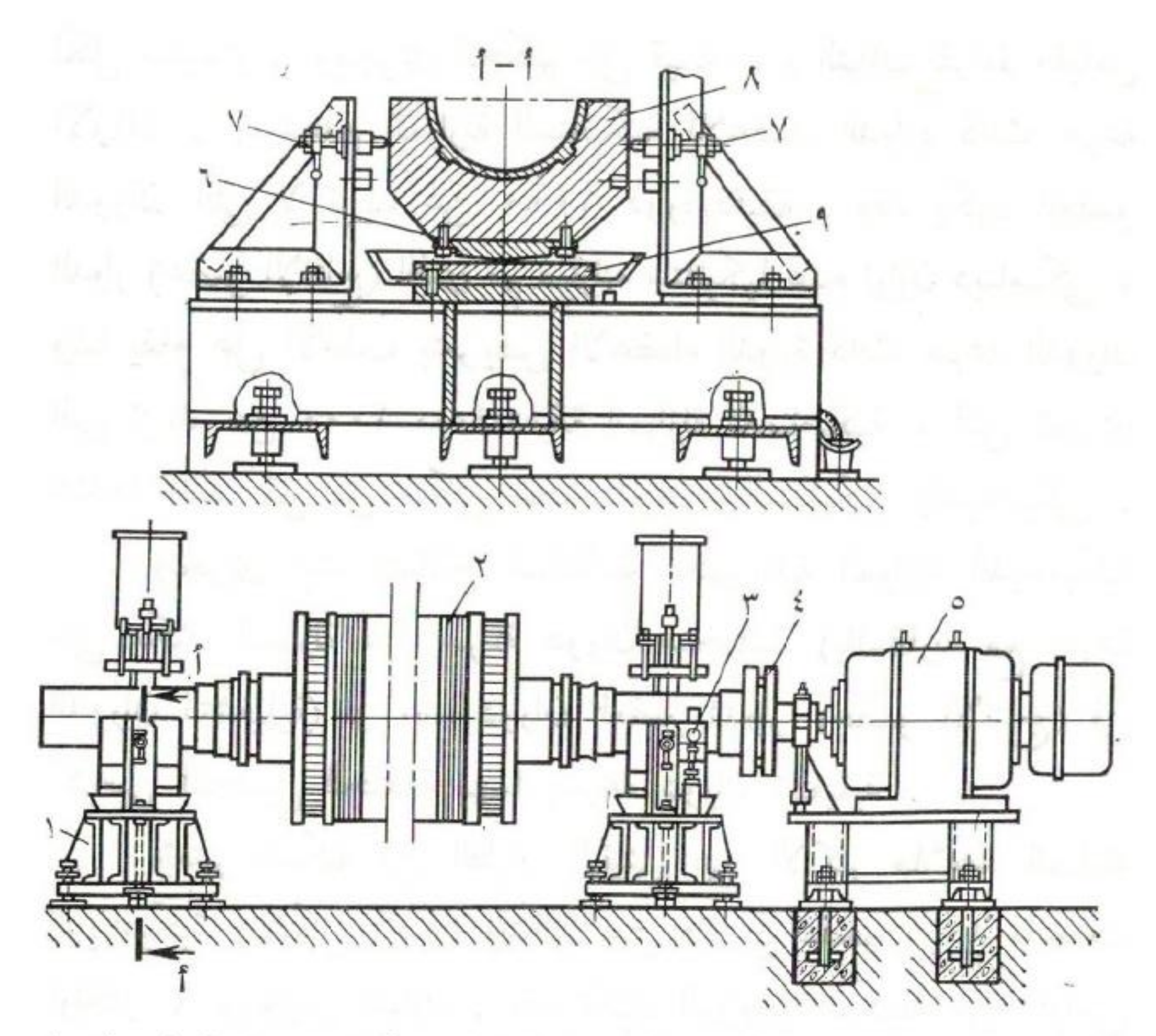
لكل سنتيمتر . ويجرى الحكم على قيمة عدم التوازن بقراءة مقياس الاوزان . وتستخدم الموازنة الستاتيكية للاعضاء الدوارة ذات سرعة الدوران التى لا تزيد عن ١٠٠٠ دورة/دقيقة . وقد يكون للعضو الدوار (عضو الانتاج) الذى تم موازنته ستاتيكيا عدم توازن ديناميكى ، ولذا يقام على الاغلب بتعريض الاعضاء الدوارة ذات سرعة الدوران التى تزيد عن ١٠٠٠ دورة/دقيقة للموازنة الديناميكية ، التى تجرى عندها ازالة كل من شكلى عدم التوازن ـ الستاتيكى والديناميكى .

وتجرى عند اصلاح المكنات الكهربائية الموازنة الديناميكية على مكنة الموازنة عند سرعة دوران منخفضة (بالمقارنة مع سرعة الدوران التشغيلية) او عند دوران العضو الدوار (عضو الانتاج) فى كراسى التحميل الخاصة بهما بسرعة دوران تشغيلية .

وتعتبر المكنة من الطراز الرنينى هى الاكثر ملاءمة للموازنة الديناميكية (الشكل ١٥٦) وتتكون من قائمين ملحومين ١ ولوحات ارتكاز ٩ ورؤوس التوازن . وقد تكون الرؤوس المكونة من كراسى التحميل ٨ والشدف ٦ مثبتة بلاحراك بالبراغى ٧ او متأرجحة بحرية على الشدف . ويتم تدوير العضو الدوار ٢ الجارية موازنته بالمحرك الكهربائى ٥ . وتستخدم قارنة الفصل ٤ لفصل العضو الدوار المتحرك عن وسيلة الادارة فى لحظة التوازن .

وتتألف الموازنة الديناميكية للاعضاء الدوارة من عمليتين : قياس القيمة الاولية للارتجاج التى تعطى انطباعا عن مقدار عدم التوازن لكتل العضو الدوار ، وتحديد كتلة الثقل الموازن لاحد طرفى العضو الدوار وايجاد الموقع المناسب لهذا الثقل .

وتثبت عند العملية الاولى رؤوس المكنة بالبراغى ٧ . ويدار العضو الدوار ٢ بواسطة المحرك الكهربائى ٥ وبعد ذلك تفصل وسيلة




الشكل ١٥٦ . المكنة من الطراز الرنيني للموازنة الديناميكية للاعضاء الدوارة واعضاء الانتاج

الادارة وذلك بفصل القارنة ، ويحرر احد رؤوس المكنة . ويتأرجح الرأس المتحرر تحت تأثير القوة الموجهة شعاعيا لعدم التوازن ، حيث يؤخذ قياس مدى اهتزاز الرأس بالمؤشر ٣ ذى العقارب . ويجرى قياس مماثل للرأس الثانى .

وتنجز العملية الثانية باسلوب «الطواف بالثقل» . يجرى بعد تقسيم كلا الطرفين للعضو الدوار الى ستة اجزاء متساوية تثبيت ثقل تجريبى فى كل نقطة على التناوب ، على ان يكون اقل بعض الشيء من عدم التوازن المتوقع . ومن ثم يقاس بالطريقة المذكورة اعلاه

اهتزاز الرأس لكل وضع من اوضاع الثقل . وستصبح النقطة التى يكون فيها مدى الاهتزازات اقل ما يمكن ، مكانا لازما لوضع الثقل فيه .

وبعد انجاز موازنة طرف واحد للعضو الدوار يقام بموازنة طرفه الآخر بالطريقة ذاتها . وبعد الانتهاء من موازنة كلا الطرفين للعضو الدوار يقام نهائيا بتثبيت الثقل الموضوع مؤقتا بواسطة اللحام او ببراغى ، وهنا تؤخذ بعين الاعتبار كتلة خط اللحام او البراغى . وغالبا ما تستخدم كثقل قطع من الصلب الشرائحى . ويجب ان يكون تثبيت الثقل متينا اذ ان الثقل المثبت بمتانة غير كافية قد ينفصل اثناء عمل المكنة عن العضو الدوار ويتسبب فى تعطيل المكنة او فى وقوع حادث مؤسف .

وبعد تثبيت الثقل الدائم يعرض العضو الدوار لموازنة تفقدية ، فاذا كانت النتائج مرضية ينقل الى قسم التجميع للقيام بتجميع المكنة .

## البند ٤٦ . تجميع المكنات الكهربائية واختبارها

التجميع . ان العملية التكنولوجية التى يتم اثناءها ، بالانجاز المتوالى لعمليات ربط القطع الجاهزة ، تكوين الوحدة التجميعية او المصنوعة الجاهزة الملبية لمتطلبات هندسية محدودة او للمواصفات ، تدعى بالتجميع .

ان التجميع الذى يسفر عن تكوين مصنوعة جاهزة بالكامل ، مثل المكنة الكهربائية ، يدعى بالتجميع العام. والتجميع العام — هو المرحلة النهائية لاصلاح المكنة الكهربائية والتى يتم اثناءها اقتران العضو الدوار مع العضو الساكن بواسطة لوحات كراسى التحميل وتجميع القطع المتبقية للمكنة . وكقاعدة يجرى التجميع

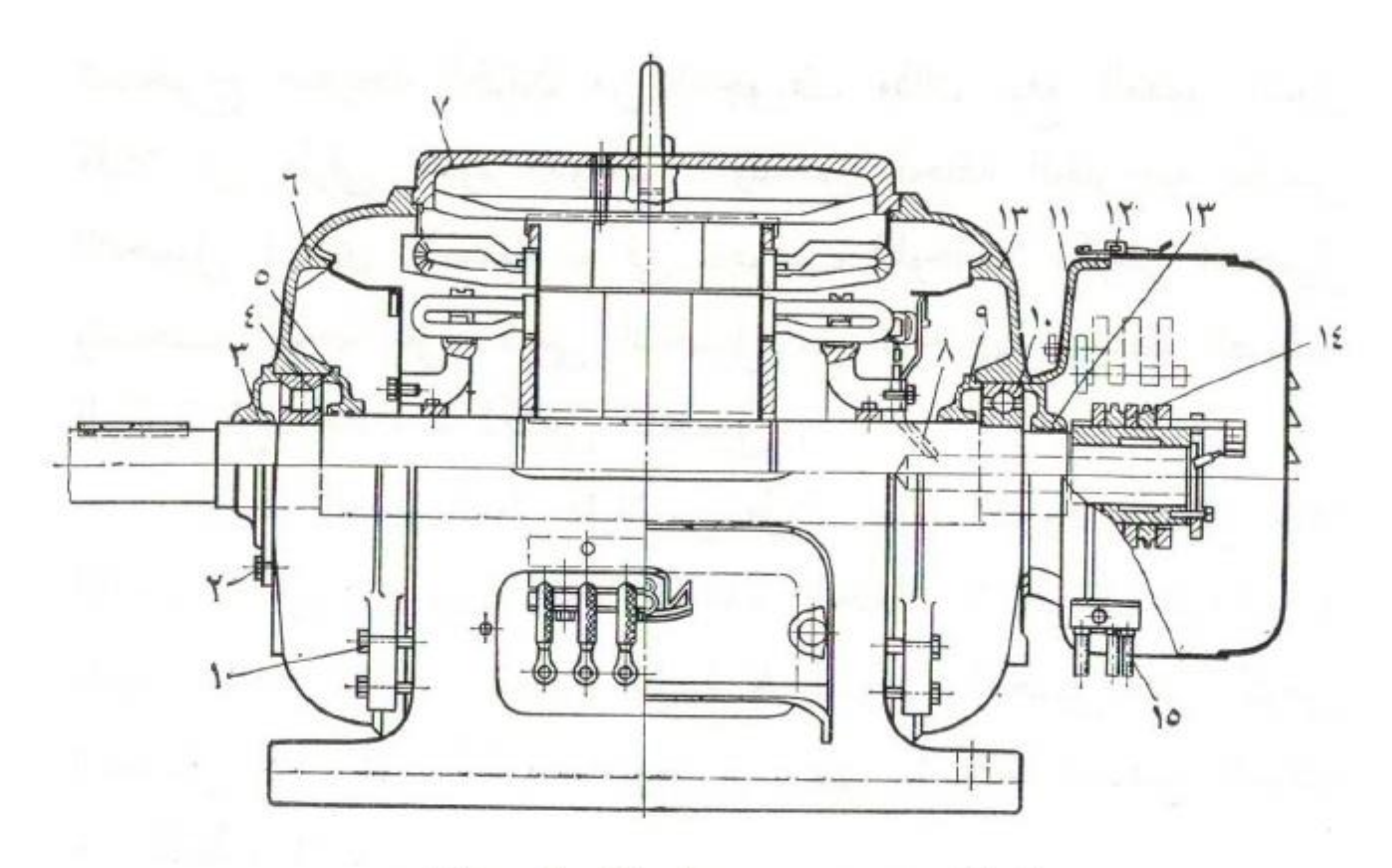
العام لاية مكنة فى تعاقب معاكس لفكها . وتتلخص ميزة عمل الميكانيكى الكهربائى المختص باصلاح المكنات الكهربائية فى انه يضطر على الاغلب الى فك وتجميع مكنات كهربائية مختلفة التصاميم كليا ، بينما يقوم ميكانيكى التجميع فى مصنع بناء المكنات الكهربائية فقط بتجميع قطع مستقلة للمكنة او مكنات من طراز واحد . ولذا يجب ان يكون ميكانيكى الاصلاح الكهربائى مكتسبا للخبرات اللازمة للقيام بانجاز جميع عمليات التجميع بنفسه .

ويجب التأكد قبل تجميع المكنة من انه قد تم تنظيف وغسل واصلاح واختبار جميع قطعها . ويجب انجاز تجميع المكنة بشكل لا تتضرر معه الملفات وعضو التوحيد ومواسك الفراشى وجهاز الفراشى وحلقات تزييت كراسى التحميل الانزلاقية وغيرها من قطع المكنة .

وتستعمل عند التجميع ، عدا عن الادوات العادية ، ادوات خاصة واجهزة تسهل انجاز عمليات التجميع المستقلة وتزيد من انتاجية عمل طاقم الاصلاح — هى مفاتيح صواميل طرفية واخرى محشورة فى ظرف المثقب وكذلك ادوات تعمل بالكهرباء والهواء المضغوط .

ويقام بتجميع المكنة فى تعاقب معين بحيث ان كل قطعة يجرى تركيبها تقرب المكنة من الوضع المجمع وفى الوقت ذاته لا تستدعى ضرورة اعادة عمل ما سبق وتكرار العمليات .

وقد ورد ادناه التعاقب التكنولوجى لانجاز اعمال التجميع الاساسية ومحتوى العمليات التى تجرى فى هذه الحالة كمثال لتجميع اكثر المكنات الكهربائية انتشارا — المحرك اللاتزامنى ذو العضو الدوار الطورى والمكنات العاملة بالتيار المستمر .




الشكل ١٥٧ . محرك كهربائى لاتزامنى

ويجرى تجميع المحرك الكهربائى اللاتزامنى (الشكل ١٥٧) على اختلاف انواعه التصميمية حسب التعاقب التالى : يغسل كرسى التحميل ٤ وتسخن حلقته الداخلية مع الاسطوانات الدوارة والفاصل فى حوض زيتى او بطريقة التأثير حتى حرارة ٩٠°م ويلبس على عمود الدوران الغطاء ٥ لكرسى التحميل الامامى وتجلس الحلقة الداخلية المسخنة لكرسى التحميل . ويلبس على عمود المحور الغطاء ٩ لكرسى التحميل الخلفى . ويغسل كرسى التحميل ١٠ ويسخن حتى ٩٠°م ويجلس على عمود الدوران . ومن ثم يلبس على عمود الدوران الغطاء ١٣ لكرسى التحميل . وتجلس على عمود الدوران حلقات التلامس ١٤ وتوصل مع الاطراف الخارجة لملف العضو الدوار .

ويقام بوضع صفيحة من الكرتون الرقيق فى تجويف العضو الساكن وادخال العضو الدوار في العضو الساكن يدويا وبعد ذلك

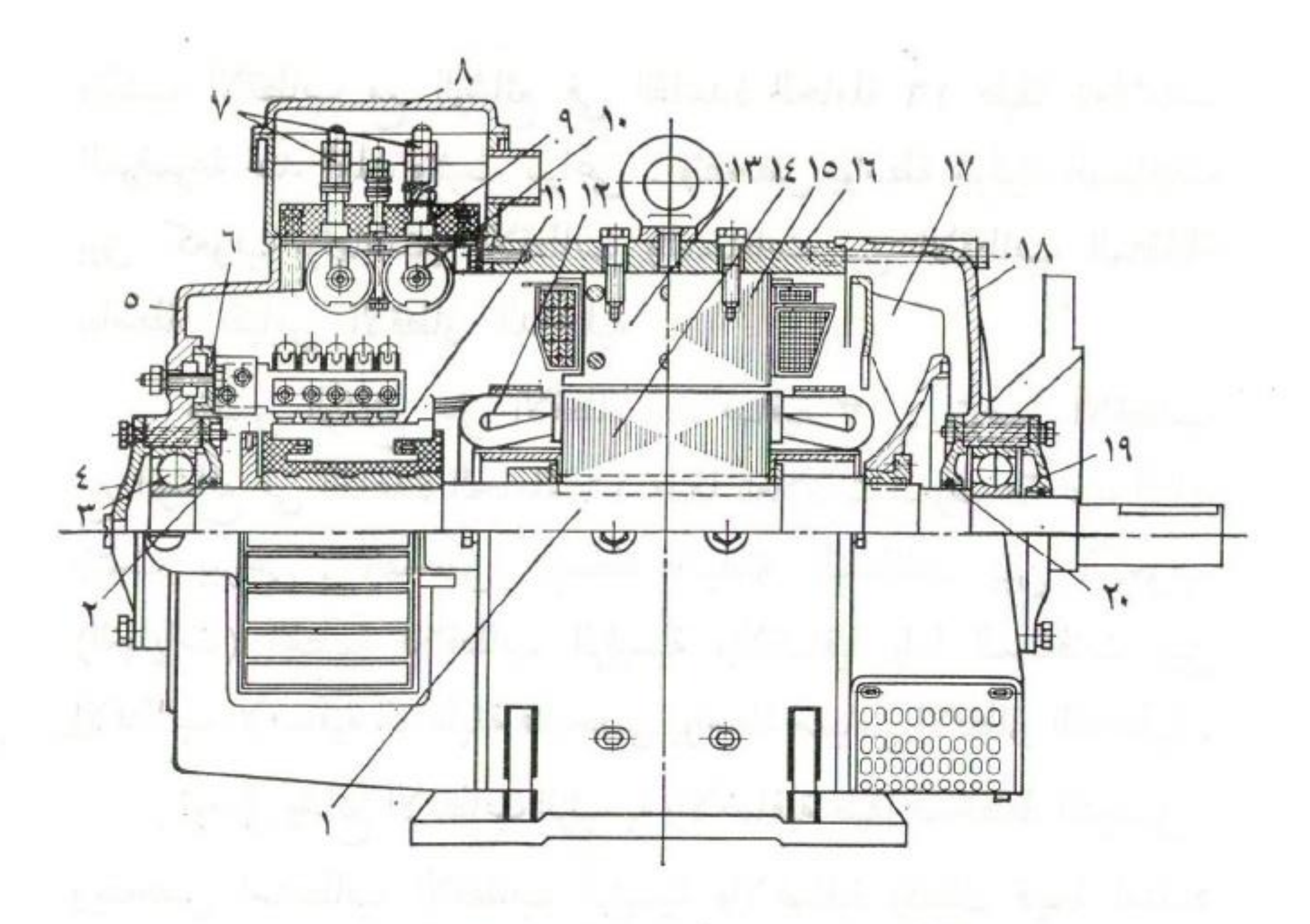
تستخرج صفيحة الكرتون من التجويف وذلك برفع العضو الدوار قليلا من طرفي عمود الدوران . وتدخل الحلقة الخارجية لكرسى التحميل ٤ ذى الاسطوانات فى تجويف اللوحة ٦ لكرسى التحميل وتسحب اللوحة على كرسى التحميل مع توجيهها بواسطة الصبلمة المركبة فى الغطاء ٥ لكرسى التحميل .

ويرفع العضو الدوار قليلا من طرف عمود الدوران وتدخل حافة اللوحة ٦ فى تجويف فتحة القاعدة الحاملة ٧ وتربط البراغى ١ بدون شدها نهائيا . وتلبس اللوحة ٨ لكرسى التحميل على كرسى التحميل ١٠ ذى الكريات مع توجيهها بواسطة الصبلمة المركبة فى الغطاء ٩ .

ويرفع العضو الدوار قليلا من حلقات التلامس وتدخل حافة اللوحة ٨ فى فتحة القاعدة الحاملة ٧ وتربط البراغى بدون شدها نهائيا ، ومن ثم تفحص سهولة دوران العضو الدوار وذلك بضبط شد البراغى المثبتة للوحات كراسى التحميل على القاعدة الحاملة للمكنة .

ويوضع شحم كثيف فى كراسى التحميل . ويلبس الغطاء ٣ على عمود الدوران ويربط البرغيان ٢ مع شدهما بانتظام لكى يدخل الغطاء ٥ فى تجويف اللوحة ٦ بدون انحرافات . وتفك الصبلمة من الغطاء ٥ ويربط البرغى الثالث ٢ فى مكان الصبلمة .

يسحب الغطاء ١٣ حتى يلتصق بكرسى التحميل ١٠ ذى الكريات ، ويلبس الصحن ١١ مع توجيهه بواسطة الصبلمة المركبة فى الغطاء ٩ . ويربط البرغيان (لا يظهران فى الشكل) ، المثبتان للصحن ١١ مع شدهما بانتظام، لكى يدخل الغطاء ٩ فى تجويف للوحة ٨ لكرسى التحميل بدون انحرافات . وتفك الصبلمة من الغطاء ٩ ويربط البرغى الثالث المثبت للصحن ١١ فى مكان الصبلمة .




الشكل ١٥٨ . مكنة عاملة بالتيار المستمر

تفحص سهولة دوران العضو الدوار وذلك بضبط شد البراغى ، المثبتة لغطاء كراسى التحميل . وتنزل الفراشى على حلقات التلامس وتفحص وضعها على الحلقات . وتوصل الاطراف الخارجة ١٥ بمواسك الفراشى وتثبت فى الوقب . ويلبس غطاء حلقات التلامس ١٤ ويغلق عليه بواسطة الاقفال ١٢ .

تفحص سهولة دوران العضو الدوار ويشغل المحرك الكهربائى لتجربته . ويركب خابور فى القناة الخاصة به على طرف عمود الدوران . ويسلم المحرك الكهربائى للاسطى او للمراقب من قسم الرقابة الفنية .

ويجرى تجميع المكنة العاملة بالتيار المستمر (الشكل ١٥٨) على النحو التالى : تلبس على الاقطاب الرئيسية ١٥ وشائع الاثارة ،

وتركب الاقطاب مع الوشائع فى القاعدة الحاملة ١٦ طبقا للعلامات الموضوعة عند الفك وتثبت ببراغى . وتفحص بواسطة شبلونة المسافات بين كعوب (نهايات) الاقطاب والمسافات بين الاقطاب المتقابلة بواسطة مقياس الاقطار الداخلية .

وتلبس الوشائع على الاقطاب الاضافية ١٣ . وتوضع الاقطاب مع الوشائع فى القاعدة الحاملة ١٦ طبقا للعلامات الموضوعة عند الفك وتثبت ببراغى . وتفحص بواسطة شبلونة المسافات بين الكعوب (النهايات) القطبية للاقطاب الرئيسية والاضافية واما المسافات بين الاقطاب الاضافية المتقابلة فتفحص بواسطة مقياس الاقطار الداخلية .

توصل وشائع الاقطاب الرئيسية والاضافية طبقا لمخطط التوصيل . ويفحص استقطاب الاقطاب الرئيسية والاضافية وكذلك قيمة امتداد الملف ١٢ الواقع فى القلب ١٤ لعضو الانتاج .

وتجلس المروحة ١٧ على عمود الدوران ١ طبقا للعلامات الموضوعة عند الفك . ويوضع شحم كثيف فى القنوات المتعرجة . ويلبس على عمود الدوران الغطاءان الداخليان ٢ و ٢٠ لكراسى التحميل . وتسخن كراسى التحميل ذات الكريات فى حوض زيتى او بطريقة التأثير ومن ثم تجلس على عمود الدوران بواسطة جهاز خاص ويوضع شحم كثيف فى كراسى التحميل . ويدخل عضو الانتاج فى القاعدة الحاملة باستعمال جهاز خاص .

يجمع موزع الحمل ٦ مع مواسك الفراشى على جهاز خاص وتدلك (بالسنفرة) الفراشى ويربط موزع الحمل مع مواسك الفراشى ببراغى على اللوحة ٥ لكرسى التحميل وترفع الفراشى من اوقاب مواسك الفراشى .

تركب اللوحة الخلفية ١٨ لكرسى التحميل على كرسى التحميل ذى الكريات ، ويرفع عضو الانتاج قليلا من طرف عمود الدوران وتسحب لوحة كرسى التحميل نحو قفل القاعدة الحاملة وتربط براغى لوحة كرسى التحميل فى فتحة طرف القاعدة الحاملة بدون شدها حتى الاستعصاء .

تركب اللوحة الامامية ٥ لكرسى التحميل على كرسى التحميل ٣ ذى الكريات . ويرفع عضو الانتاج قليلا وتدخل لوحة كراسى التحميل فى قفل القاعدة الحاملة . وتربط براغى لوحة كرسى التحميل فى ثقوب طرف القاعدة الحاملة بدون شدها حتى الاستعصاء . وتفحص سهولة دوران عضو الانتاج مع شد براغى لوحات كراسى التحميل بالتدريج .

يلبس الغطاء ٤ لكرسى التحميل ذى الكريات ويشد الغطاءان ٤ و ٢ بالبراغى . يوضع شحم كثيف فى القنوات المتعرجة . ويلبس الغطاء ١٩ لكرسى التحميل ذى الكريات ويثبت الغطاءان ١٩ و ٢٠ بالبراغى . وتفحص سهولة دوران عضو الانتاج وذلك بتدويره من طرف عمود الدوران .

وتنزل الفراشى على عضو التوحيد . وتفحص المسافات بين فراشى الاصابع المختلفة على محيط دائرة عضو التوحيد وكذلك تفحص ازاحة الفراشى على طول عضو التوحيد . وتفحص المسافات بين عضو التوحيد ١١ ومواسك الفراشى .

تجمع المآخذ ٧ على اللوحة ٩ فى العلبة ٨ وتثبت عليها المكثفات ١٠ .

تركب لوحة المآخذ المجمعة على اللوحة الامامية ٥ لكرسى التحميل .

وتجرى التوصيلات الكهربائية طبقا للمخطط . وتفحص المسافات بين عضو الانتاج والاقطاب بواسطة مقاييس تحسس . توصل اسلاك التغذية من الشبكة الى المآخذ .

يجرى تشغيل تجريبى للمكنة . ويفحص اثناء التشغيل عمل الفراشي وكراسى التحميل . ويجب ان تعمل الفراشي بدون شرار وكراسى التحميل بدون ضجيج . وتغلق بعد انتهاء الاختبار فتحات المراقبة لعضو التوحيد باغطية . تفصل اسلاك التغذية وتغلق علبة المآخذ بالغطاء . تسلم المكنة المجمعة للاسطى او لمراقب من قسم المراقبة الفنية .

ويجب على الميكانيكى الكهربائى ان يتذكر عند انجاز اعمال التجميع بان العضو الدوار للمحرك الكهربائى الذى يبقيه المجال المغناطيسى للعضو الساكن فى الوضع المركزى يجب ان تكون له امكانية التحرك فى الاتجاه المحورى . وهذا ضرورى كيلا يقوم العضو الدوار عند اقل ازاحة بشحذ اطراف كراسى التحميل بتقاويره وكيلا يقوم باثارة قوى اضافية او احتكاكات للاجزاء المتقارنة للمكنة . ويجب ان تكون حرية الحركة المحورية المتوقفة على قدرة المكنة : ٢,٥ — ٤ مم عند القدرة البالغة ١٠ — ٤٠ كيلوواط و ٤,٥ — ٦ مم عند القدرة البالغة ٥٠ — ١٠٠ كيلوواط .

ويجب ان تكون قيم الخلوص بين الصلب الفعال للعضو الدوار والعضو الساكن والمقاسة فى اربع نقاط على طول المحيط متساوية . ويجب ان لا تختلف قيم الخلوص فى النقاط المتقابلة قطريا للعضو الدوار والعضو الساكن للمحرك الكهربائى اللاتزامنى وكذلك بين اواسط (مراكز) الاقطاب الرئيسية وعضو انتاج المكنة العاملة بالتيار المستمر عن بعضها البعض باكثر من ± ١٠٪ .

ويجب ان تكون قيمة الخلوص بين عمود الدوران والحاضن فى كراسى التحميل الانزلاقية ضمن الحدود المبينة فى الجدول رقم ٨ .

الجدول ٨

**قيم الخلوص بين عمود الدوران والحاضن فى كرسى التحميل الانزلاقى**

| قطر عمود الدوران، مم | قيمة الخلوص، مم ، عند سرعة دوران العضو الدوار فى الدقيقة | | |
|---|---|---|---|
| | حتى ١٠٠٠ | ١٠٠٠ — ١٥٠٠ | اكثر من ١٥٠٠ |
| ١٨ — ٣٠ | ٠,٠٤ — ٠,٠٩ | ٠,٠٦ — ٠,١٣ | ٠,١٤ — ٠,٢٨ |
| ٤٠ — ٥٠ | ٠,٠٥ — ٠,١١ | ٠,٠٨ — ٠,١٦ | ٠,١٧ — ٠,٣٤ |
| ٦٠ — ٨٠ | ٠,٠٧ — ٠,١٤ | ٠,٠٩ — ٠,١٩ | ٠,٢٠ — ٠,٤٠ |
| ٩٠ — ١٢٠ | ٠,٠٨ — ٠,١٦ | ٠,١٢ — ٠,٢٤ | ٠,٢٣ — ٠,٤٦ |

الاختبار والفحص والقياس . تصادف فى الممارسة العملية للاصلاح وبشكل رئيسى انواع الاختبارات التالية : الاختبار ما قبل بدء الاصلاح وفى اثنائه للتأكد من طابع العطل ، اختبار قطع المكنة التى جهزت من جديد ، اختبار المكنة المجمعة بعد الاصلاح .

وتجرى اختبارات وفحوصات المكنة المجمعة بعد الاصلاح حسب البرنامج التالى :

— فحص مقاومة عازل جميع الملفات بالنسبة للهيكل وما بينها نفسها ،

— فحص صحة تعليم نهايات اطراف الاخراج ،

— قياس مقاومة الملفات للتيار المستمر ،

— فحص معامل التحويل للمحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى ،

— اجراء تجربة التشغيل البطئ ،

— اختبار على سرعة دوران زائدة ،

— اختبار العازل ما بين اللفات ،

— اختبار المتانة الكهربائية للعازل .

وتبعا لطابع وحجم الاصلاح الذى تم اجراءه يكتفى احيانا فقط بانجاز جزء من الاختبارات المذكورة . واذا جرت الاختبارات قبل الاصلاح بهدف اظهار العيوب فانه يكفى عندها اجراء جزء من برنامج الاختبارات .

### اسئلة للمراجعة

١ — عدد اعطال المحركات اللاتزامنية ذات العضو الدوار الطورى وبين الاسباب المحتملة لحدوثها .

٢ — كيف ولماذا يجرى تحديد عيوب المكنات الكهربائية الجارى اصلاحها؟

٣ — ما هى اكثر الاضرار المميزة التى قد تحدث للمكنات الكهربائية وكيف تتم ازالتها ؟

٤ — اذكر عمليات اصلاح عضو التوحيد وبين طرق انجازها .

٥ — كيف يتم تجليس كراسى التحميل الارجوحية على عمود العضو الدوار او عضو الانتاج ؟

٦ — ما هى الطرق التى تستخدم عند الاصلاح لمعالجة عضو التوحيد ؟

٧ — ما هى انواع التجميع التى تعرفها وبم تختلف عن بعضها البعض ؟

٨ — حدث عن التعاقب التكنولوجى لانجاز تجميع الوحدات التجميعية الاساسية للمكنة اللاتزامنية .

الباب السابع

# اعمال الحبال

## البند ٤٧ . معلومات عامة

من الضرورى عند القيام باصلاح المحولات والمكنات الكهربائية انجاز اعمال الحبال وبحجم كبير . وتدعى الاعمال الخاصة بالتعليق والتثبيت والنقل (الافقى والرأسى) لمختلف الاحمال ذات الكتل الكبيرة بواسطة وسائل يدويه وممكننة باعمال الحبال .

وتنسب الى هذه الاعمال كذلك الخدمة والضبط والحفظ والاعداد فى وضع التشغيل لتجهيزات الحبال والعدة والادوات (اوناش بكرات وعلاّقات واسلاك مجدولة وحبال وغيرها) .

ويقوم بتنفيذ اعمال الحبال كقاعدة عمال جرى تعليمهم وتلقينهم خصيصا واجتازوا فحصا طبيا .

وغالبا ما يضطر الميكانيكى الكهربائى فى الممارسة العملية للاصلاح الى القيام برفع ونقل وتركيب المعدات الكهربائية ثقيلة الوزن المتعلقة بانجاز اعمال الحبال واستخدام الآليات والعدة المناسبة لها . ولذا فانه من الضرورى جدا للميكانيكى الكهربائى المختص باصلاح المحولات والمكنات الكهربائية التى غالبا ما تصل كتلتها الى عدة اطنان ان يعرف القواعد الاساسية لانجاز اعمال الحبال وتركيبة عدة وآليات الحبال وطرق استخدامها .

ويجب قبل البدء باعمال الحبال التأكد من صلاحية اجهزة رفع الاحمال ووسائل الحبال وكذلك من انه جرى فحصها فى المواعيد المحددة . ويجب ان تكون الحبال والعلاقات مجربة ، وان لا تكون لها عروات متضررة وغيرها من العيوب .

ويمكن مباشرة اعمال الحبال فقط عندما تكون المعدات الكهربائية ، الماثلة للتحريك مفصولة من جميع الجهات واتخذت التدابير المستثنية لتوصيل الفلطية الى مكان اعمال الحبال .

ويجب ان تنجز الاعمال الخاصة بتعليق ونقل المحولات والمكنات الكهربائية مع اتخاذ تدابير الحيطة الخاصة لتلافى تضرر اطراف الادخال الخزفية للمحولات وملفات المكنات الكهربائية وغيرها من القطع الجارى نقلها للمعدات الكهربائية .

ويراعى عند تعليق المكنات او اجزائها بان توضع العلاقات على الحمل الجارى رفعه بدون كسرات او عقد او مبرومات زائدة ، وتفحص بعد شد العلاقات صحة وضعها ، المستثنية انقلاب المكنة عند رفعها . وينبغى عند الوضع الخاطئ للحمل ان تعطى اشارة لانزاله واعادة تعليقه . ويجب قبل البدء بالرفع ان يقع خطاف الحمل لآلية الرفع فوق مركز ثقل الحمل الجارى رفعه . ولا يجب نقل المكنة عند الشد المائل للحبال .

وعند تربيط المكنات الكهربائية والمحولات بالحبال يجرى القبض بالعلاقة على الاطر ، والعراوى ومواسير الوصل الكاذبة وكذلك بواسطة ادوات خاصة اخرى — موزعات الحمل واذرع كما فى الميزان وقطع مباعدة . ويجب عند رفع معدة كهربائية باضلاع حادة (زوايا) ان يرتأى تركيب وتثبيت الحشوات تحت العلاقات لحمايتها من الثنيات والاحتكاكات او استخدام علاقات خاصة ذات

حشوات من الموجودات. ويمنع تعليق المعدات الكهربائية من سطوح القطع التى جرت معالجتها . وعند انعدام الادوات الخاصة يجرى التعليق من القطع الاساسية (الهيكل ، الخزان ، الاطار او القاعدة) . وتنبغى فى هذه الحالة حماية أكيدة لمكان انضغاط العلاقة من الاضرار وذلك بوضع حشوات خشبية ومطاطية وغيرها من الحشوات اللينة .

وكذلك من الضرورى وضع حشوات مطاطية فى اماكن القبض بالعلاقة للمعدات الكهربائية لتلافى الاضرار بطلائها ومعجونها .

وفى البداية ترفع المعدات الكهربائية ذات الكتلة الكبيرة لارتفاع يصل الى ٢٠٠ مم ، ويقام فى هذا الوضع بمعاينة ادوات الحبال من جديد وتفقد انتظام شد العلاقات بضغط اليد على كل فرع وكذلك فرملة معدة الرفع . ويستمر فى الرفع عند النتائج المرضية للمعاينة والفحص .

وينبغى عند تعليق ونقل الوحدات التجميعية للمحولات والمكنات الكهربائية ابداء حيطة خاصة لتلافى الاضرار باطراف الادخال والملفات ومؤشرات الزيت والمرحلات وغيرها من قطع المحولات وكذلك بقلبى عضو الانتاج والعضو الدوار والملفات وحلقات التلامس واعضاء التوحيد للمكنات الكهربائية . وحتى ان الاضرار الطفيفة لهذه القطع التى لم تلاحظ عند المعاينة الظاهرية قد تؤدى الى تعطيل واخراج المكنة من حيز العمل . ولا يسمح بالقبض المباشر بالعلاقة على قلب عضو الانتاج او العضو الدوار . ويوصى للقبض عليها بوضع عوارض مباعدة او حشوات لينة تحت العلاقة بموازاة خط محور العضو الدوار . وعند رفع العضو الدوار من عمود الدوران يوصل بالعلاقة من جهتى العضو بحيث لا تمس العلاقة اجزاء

عمود الدوران التى تدخل فى كراسى التحميل . ويقام لتلافى الاضرار بحلقات التلامس والملفات بسبب العلاقات المشدودة بوضع قطع مباعدة خشبية بين العلاقات او يجرى رفع العضو الدوار بواسطة موزع حمل . ويسمح برفع العضو الدوار ذى القطر الكبير بعلاقات تقبض على قضبان خاصة تدس بين اسياخ العضو الدوار . ولحماية ملفات العضو الدوار من الاضرار توضع تحت القضبان حشوات خشبية واما بين العلاقات فتوضع قطعة مباعدة خشبية او موزع حمل . وعند ضرورة تعليق ورفع العضو الدوار مباشرة من القلب يقام بوضع قطع من الواح على العضو الدوار مع المراعاة الدقيقة لكى لا يلمس الحبل من الصلب للعلاقة صلب للعضو الدوار .

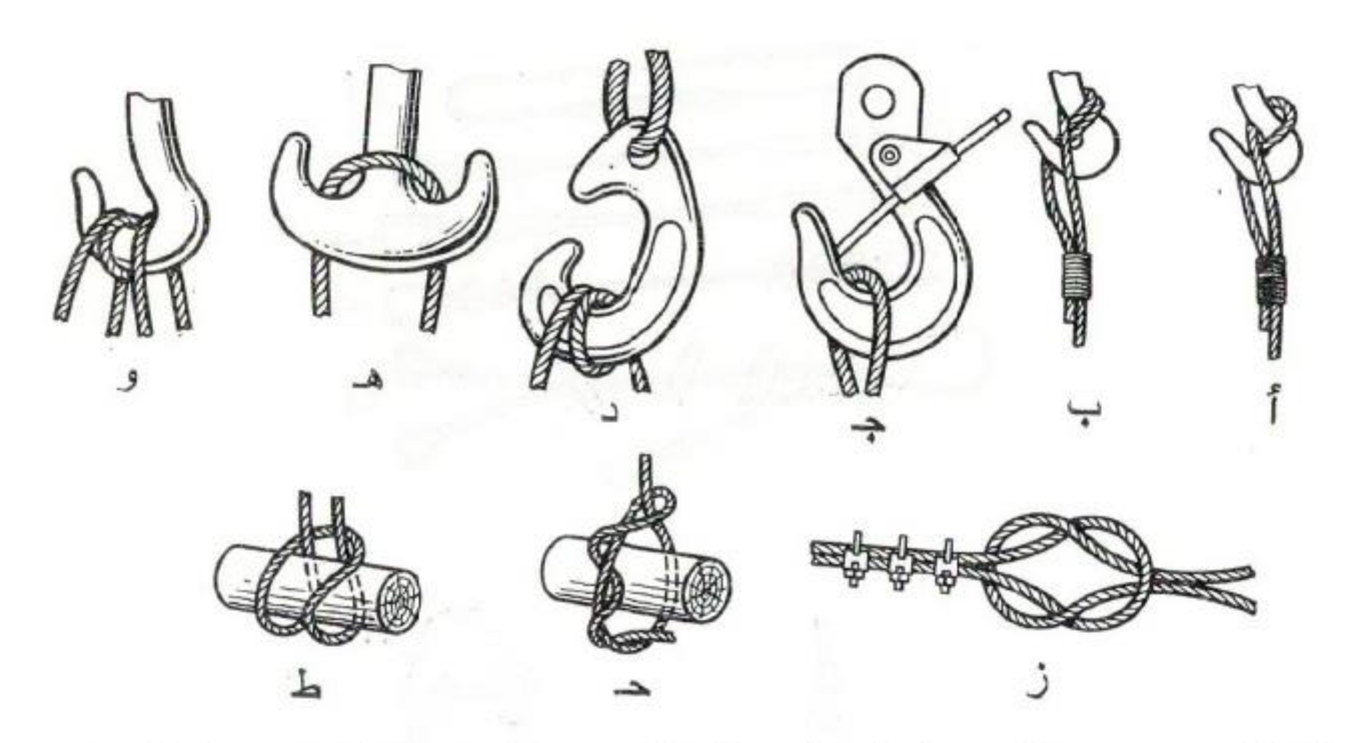
ويتم فك العلاقة عن الحمل الذى جرى نقله فقط بعد ان يتخذ وضعا ثابتا . ويمنع منعا باتا انزال جميع انواع المعدات الكهربائية بالقائها بغض النظر عن الاجراءات التى يمكن اتخاذها لحمايتها .

## البند ٤٨ . الحبال والعلاقات

تستخدم الحبال لتعليق الاحمال بخطاطيف آليات الرفع ولربط الاحمال عند النقل والتحريك .

وتدعى الحبال التى تربط على اطرافها عقد بحبال الربط . ويرى فى الشكل ١٥٩ ، أ ـ ط اكثر الطرق انتشارا لربط العلاقات بالخطاف وكذلك ربط وتثبيت اطراف حبال الربط . وغالبا ما تستخدم حبال من القنب او الصلب ونادرا من القطن والنايلون.

والحبال من القنب توجد منها المقيرة والمبيضة . وتصنع الحبال المقيرة من الغزل المقير (المشبع بالقطران) وهى تقاوم الرطوبة جيدا الا انها ذات كتلة اكبر ومتانة اقل من الحبال المبيضة .

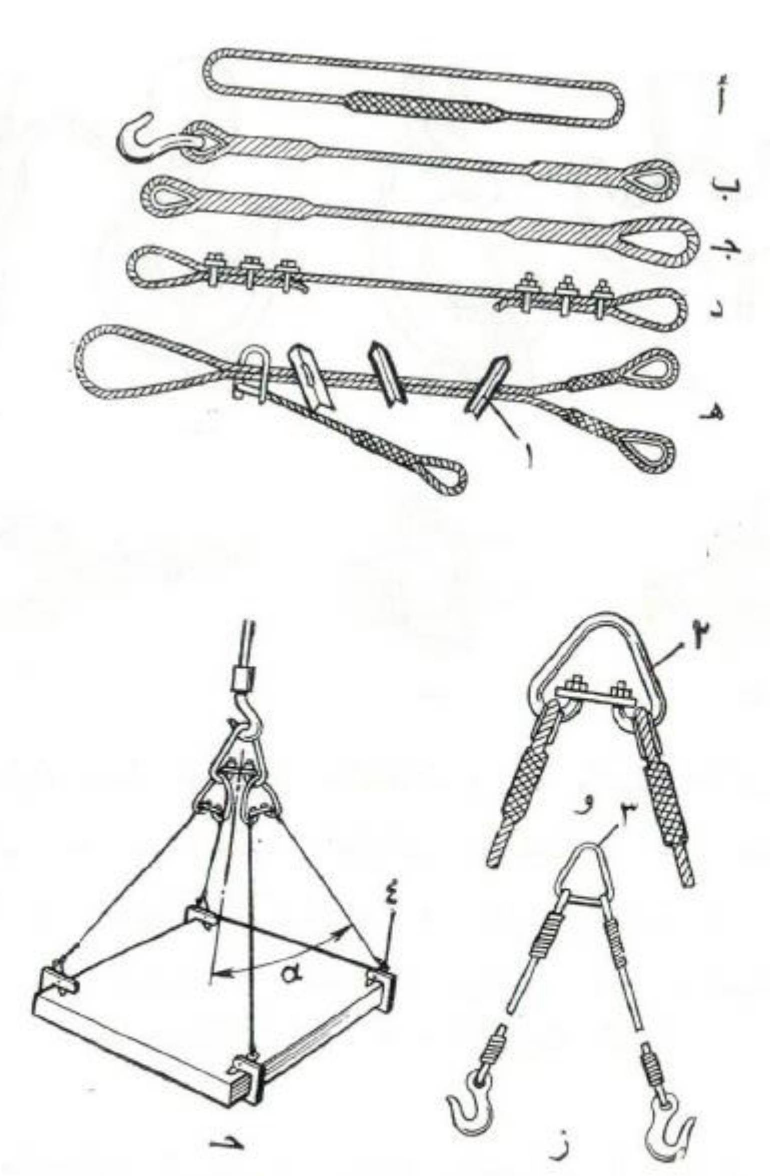



الشكل ١٥٩ . طرق ربط العلاقات بالخطاف وربط وتثبيت اطراف حبال الربط : أ – عقدة الخطاف ، ب – عقدة الخطاف بتركيبة ، جـ – تعليقة انشوطية ، د – تعليقة حلقية او انشوطية بتركيبة ، هـ – تعليقة حلقية او انشوطية ، و – تعليقتان حلقيتان او انشوطيتان (احداهما بتركيبة) ، ز – تعليقة بالانشوطة ، حـ – خانقات ، ط – **الانشوطة** الميتة

وعند اعمال الحبال تستعمل عادة الحبال المبيضة التى تتراوح اقطارها من ٩,٦ الى ٢٨,٧ مم . والحبال من القنب اخف واكثر مرونة من حبال الصلب مما يوفر الربط السريع للعقد . وتستعمل لرفع الاحمال باليد (خلال بكرات) وللسحب عند رفع الاحمال وتعليق المصنوعات ذات الزوايا والسطوح المعالجة . وتستعمل الحبال من القنب عادة لتعليق الاحمال ذات الكتلة حتى ٢٠٠ كغم .

وعند ضرورة نقل معدات كهربائية ذات كتلة تزيد عن ٢٠٠ كغم تستخدم حبال ثنائية الفتل (اسلاك مجدولة) .

وقد وردت الاحمال المسموحة بها لحبال الربط من القنب وللحبال المبيضة فى الجدول رقم ٩ ، وللحبال من الصلب ثنائية الفتل (اسلاك مجدولة) فى الجدول رقم ١٠ .




الشكل ١٦٠ . علاقات من حبال من الصلب :
أ — جامعة الاغراض (حلقية) ، ب ، ج ، د — مبسطة (انشوطية) احادية ، هـ — نصف اوتوماتية ، و ، ز — ثنائية الفروع ، ح — رباعية الفروع ؛ ١ — حشوات من الموجودات ، ٢ و ٣ — تعليقتان قابلة للفك وملحومة ، ٤ — مقبض ذراعي

تدعى بالعلاقات (الشكل ١٦٠ ، أ — ح) قطع من الحبال او السلاسل موصولة ببعضها بشكل معين ومزودة بتجهيزات تعليق خاصة توفر التثبيت السريع والمريح والآمن للاحمال .

ولضبط وضعية المعدات الكهربائية اثناء الرفع وكذلك لتدويرها على الخطاف تربط بها حبال سحب من الصلب وعند الاحمال الصغيرة تربط بها حبال من القنب .

الجدول ٩

**الاحمال المسموحة بها لحبال الربط من القنب والمبيضة**

| قطر الحبل ، مم | الحمل ، كغم ، المعلق على طرف واحد من الحبل | الحمل ، كغم ، المعلق على فرعى الحبل ، عند الزاوية α المحصورة بين الحبل والخط الرأسى ( انظر الشكل ١٦٠ ، ح) ، درجة | | | | الحمل ، كغم ، المعلق على اربعة فروع للحبل ، عند الزاوية α المحصورة بين الحبل والخط الرأسى ( انظر الشكل ١٦٠ ، ح) ، درجة | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ٠ | ٣٠ | ٤٥ | ٦٠ | ٠ | ٣٠ | ٤٥ | ٦٠ |
| ١١,١ | ٨٥ | ١٧٠ | ١٥٠ | ١٢٠ | ٨٥ | ٣٤٠ | ٣٠٠ | ٢٤٠ | ١٧٠ |
| ١٢,٧ | ١١٠ | ٢٢٠ | ١٩٠ | ١٥٥ | ١١٠ | ٤٤٠ | ٣٨٠ | ٣١٠ | ٢٢٠ |
| ١٤,٣ | ١٤٠ | ٢٨٠ | ٢٤٥ | ١٩٥ | ١٤٠ | ٥٦٠ | ٤٩٠ | ٣٩٠ | ٢٨٠ |
| ١٥,٩ | ١٦٥ | ٣٣٠ | ٢٨٥ | ٢٣٠ | ١٦٥ | ٦٦٠ | ٥٧٠ | ٤٦٠ | ٣٣٠ |
| ١٩,١ | ٢٣٠ | ٤٦٠ | ٤٠٠ | ٣٢٥ | ٢٣٠ | ٩٢٠ | ٨٠٠ | ٦٥٠ | ٤٦٠ |
| ٢٠,٧ | ٢٦٥ | ٥٣٠ | ٤٦٠ | ٣٧٥ | ٢٦٥ | ١٠٦٠ | ٩٢٠ | ٧٥٠ | ٥٣٠ |
| ٢٣,٩ | ٣٥٥ | ٧١٠ | ٦١٠ | ٥٠٠ | ٣٥٥ | ١٤٢٠ | ١٢٢٠ | ١٠٠٠ | ٧١٠ |
| ٢٨,٧ | ٤٨٥ | ٩٧٠ | ٨٤٠ | ٦٨٠ | ٤٨٥ | ١٩٤٠ | ١٦٨٠ | ١٣٦٠ | ٩٧٠ |

وينبغى على موقع اوناش البكرة او كابينة ادارة الرافعة ان يؤمن الارسال المباشر للاشارات بالرموز او بصوت المشرف على الرفع او عامل التعليق الموجه الى عامل الرافعة او عامل ونش البكرة او سائق الجرارة او الى الميكانيكى .

ويجرى الرفع بانسياب بدون دفع وارجحة المعدة الكهربائية الجارى رفعها وبدون صدم الاجسام الاخرى (الحوائط والاعمدة والهياكل والمعدات الواقعة جانبا وهلمجرا) .

ويمنع ابقاء الحمل معلقا حتى ولو لمدة قصيرة فى فترة الغذاء او غيرها .

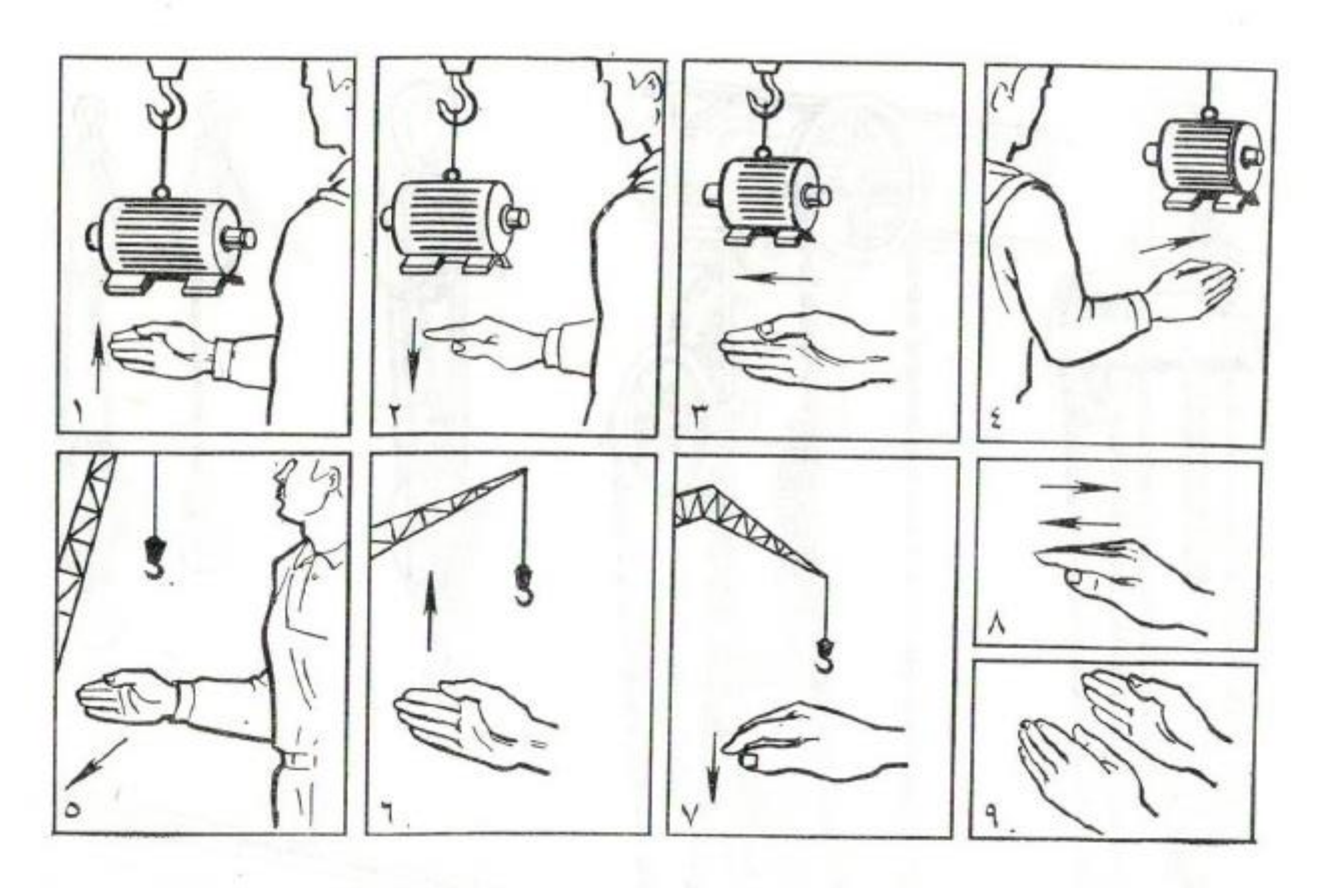
الجدول ١٠

**الاحمال المسموحة بها لبعض الحبال من الصلب ثنائية الفتل**

| قطر الحبل ، مم | الحمل المسموح به ، كغم | | قطر الحبل ، مم | الحمل المسموح به ، كغم | |
|---|---|---|---|---|---|
| | لونش بكرة (ملواة) بوسيلة ادارة يدوية | لعلاقات ثنائية الفروع عند زاوية $\alpha$ = ٦٠ | | لونش بكرة (ملواة) بوسيلة ادارة يدوية | لعلاقات ثنائية الفروع عند زاوية $\alpha$ = ٦٠ |
| ١٥ | ٣٤٥٠٠ | ٢٣٠٠٠ | ١٤,٥ | ٣١٨٠٠ | ٢١٢٠٠ |
| ١٦,٥ | ٤١٢٥٠ | ٢٧٥٠٠ | ١٦ | ٣٨٩٠٠ | ٢٥٩٠٠ |
| ٢٠ | ٥٣٠٠٠ | ٣٥٣٠٠ | ١٩,٥ | ٥٦٣٠٠ | ٣٧٥٠٠ |
| ٢٥,٥ | ٨١٢٥٠ | ٥٤٢٠٠ | ٢٥ | ٨٠٥٠٠ | ٥٣٧٠٠ |
| ٣٣ | ١٣٢٢٠٠ | ٨٨٢٠٠ | ٣٢,٥ | ١٣٦٠٠٠ | ٩١٠٠٠ |
| ٣٦,٥ | ١٧٦٩٠٠ | ١١٧٩٠٠ | ٣٦,٥ | ١٨٢٠٠٠ | ١٢١٢٠٠ |

ومن الضرورى للانجاز الناجح لاعمال الحبال التعاون الدقيق والاتصال الوثيق لجميع الاشخاص المشتركين فى العملية (رئيس فريق العمال ، عامل التعليق ، عامل الحبال ، عامل ادارة الرافعة) .

ويستخدم عند اعمال الحبال نظام الاشارات بالصوت وبالرموز ، ولزيادة الثقة والدقة فى ارسال واستقبال الاشارات عند اعمال الحبال يقام باستخدام مكبرات الصوت العادية والكهربائية والتيليفونات والاتصالات السلكية واللاسلكية (الاتصال بالراديو) . ويشاهد فى الشكل ١٦١ نظام الاشارات بالرموز عند القيام باعمال الحبال .



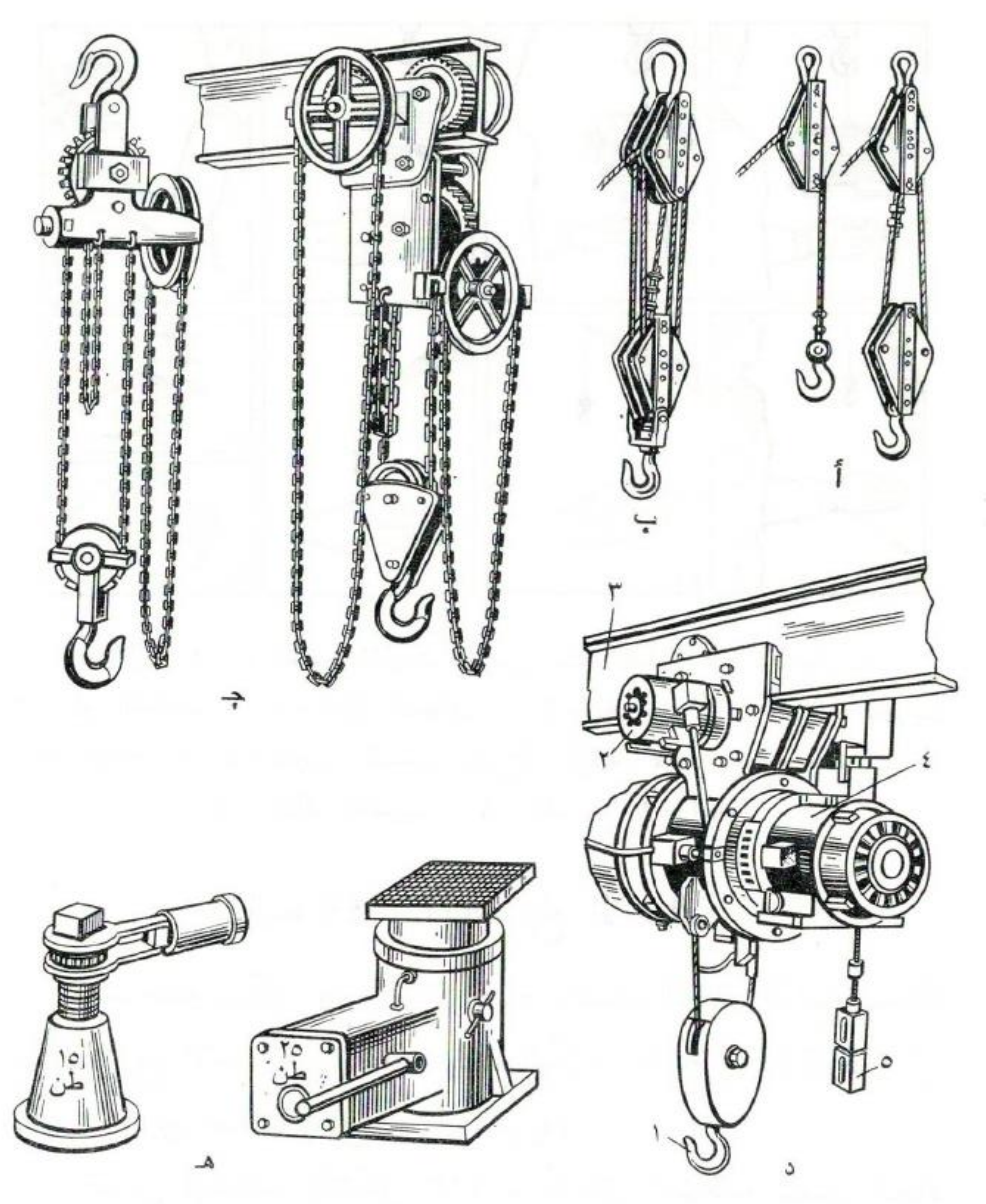

الشكل ١٦١ . نظام الاشارات بالرموز عند القيام باعمال الحبال :
١ — رفع الخطاف ، ٢ — انزال الخطاف ، ٣ — تحريك الرافعة ، ٤ — تحريك عربة الرافعة ، ٥ — تدوير قضيب (ذراع) الرافعة ، ٦ — رفع القضيب ، ٧ — انزال القضيب ، ٨ — قف ، ٩ — احذر

## البند ٤٩ . آليات رفع الاحمال

تستخدم بشكل واسع عند القيام باعمال الحبال آليات بسيطة التركيب لرفع الاحمال — بكرات ونظام البكرات واوناش البكرة والاوناش الكهربائية والرافعات (مثل رافعة السيارة) .

تدعى البكرات (الشكل ١٦٢ ، أ) التى تستخدم لتغيير اتجاه الحبل وايصال القوة بالبكرات التحويلية او بالبكرات — الخطافة واما التى تستخدم لتقليل القوة اللازمة لرفع الحمل فتدعى ببكرات الاحمال او بنظام البكرات .

وتوجد بكرات للحبال المصنوعة من القنب ومن الصلب وللسلاسل . وتوجد لبكرات التحويل (البكرات — الخطافة) التى تربط




الشكل ١٦٢ . آليات رفع الاحمال المستخدمة عند اعمال الحبال :
أ – بكرتان (متحركة وثابتة) ، ب – نظام بكرات ، جـ – اوناش البكرات ، د – ونش كهربائى ، هـ – رافعتان (يدوية وهيدروليكية) ؛ ١ – خطاف ، ٢ – محرك كهربائى للعربة ، ٣ – جسر الونش ، ٤ – محرك كهربائى لنقل الحمل رأسيا ، ٥ – علبة ازرار التحكم فى المحركين الكهربائيين للونش الكهربائى

بلاحراك عجلة دوارة واحدة للحبل (بكرات بعجلة واحدة) . وينبغى وفقا للقواعد الفنية ان يزيد قطر مجرى العجلة الدوارة عن قطر الحبل بمقدار ١ ــ ٣ مم . واما التناسب بين قطر الحبل من الصلب فى بكرات الاحمال وقطر العجلة الدوارة فلا يجب ان يقل عن ١ : ١٦.

نظام البكرات (الشكل ١٦٢ ، ب) هو عبارة عن تجهيزات رفع احمال تتكون من بكرتين موصولتين ببعضها البعض بواسطة حبل يلتف على العجلات الدوارة لكل بكرة على التوالى .

وعند استخدام مجموعة البكرات يقل فى الحبل الجهد الموجه نحو ونش البكرة (الملواة) (توفير فى بذل القوة) الا انه يزداد طول الحبل الملوى على الاسطوانة الدوارة لونش البكرة (خسارة فى البعد والوقت والسرعة). وعند تجهيز مجموعة البكرات يثبت الحبل من طرف واحد فى عروة احدى بكرات المجموعة وفى هذه الحالة يلتف الحبل على اسطوانات البكرتين على التوالى واما الطرف الآخر من الحبل المنفلت عن احدى البكرات فيقام بلفه على الاسطوانة الدوارة لونش البكرة . وينفلت عادة بل على الدوام تقريبا طرف الحبل الذاهب نحو ونش البكرة عن البكرة الثابتة للحيلولة دون تعليق بكرة التحويل الاضافية .

وعند تجهيز مجموعة البكرات تراعى القواعد التالية : عند العدد الزوجى لخيوط مجموعات البكرة (اى عند المجموع الزوجى لعدد اسطوانات البكرتين الثابتة والمتحركة) يثبت طرف الحبل على البكرة الثابتة ، واما عند العدد الفردى ــ فيثبت على البكرة المتحركة .

اوناش البكرات (الشكل ١٦٢ ، ج) هى عبارة عن آلية رفع احمال ، تتكون من مجموعة بكرات مع سلاسل بوسيلة ادارة يدوية

ناتجة عن سلسلة قيادة متصلة الطرفين او عن آلية ذراعية بمسننة وسقاطة .

واكثرها انتشارا هى اوناش بكرات ذات ادارة بتروس دودية وبمسننات يكون فيها عضو السحب عبارة عن سلاسل قياسية ملحومة . وتزود جميع اوناش البكرات بفرملة اوتوماتية متينة (على الاغلب لولبية) . وتصنع اوناش البكرات مختلفة التصاميم لرفع الحمل الى ارتفاع يصل حتى ٣ م .

الونش الكهربائى (الشكل ١٦٢ ، د) هو عبارة عن آلية جامعة الاغراض والاكثر انتشارا للرفع والنقل داخل الورشة . ان وجود محركين كهربائيين للونش الكهربائى يسمح بتحقيق الرفع الرأسى والنقل الافقى (ضمن حدود الورشة) للمعدات الكهربائية الجارى اصلاحها ذات الكتلة البالغة ٥ اطنان . وعند استخدام الونش الكهربائى يعفى طاقم الاصلاح من ضرورة انجاز العمل الشاق الذى يتطلب بذل الجهد العضلى — الرفع باليد ونقل المعدات الكهربائية الجارى اصلاحها ذات الكتلة الكبيرة .

الرافعات (الجكات) (الشكل ١٦٢ ، هـ) تستخدم على الاغلب للرفع الرأسى للاحمال ذات الكتلة الكبيرة لارتفاع يبلغ ٢٠٠ مم ، غير انها تستخدم احيانا للنقل الافقى وفى هذه الحالة تركب الرافعات فى وضع افقى مع اسناد قواعدها على ركيزة ثابتة (حائط ، عمود وغيرهما) . وتستخدم الرافعات على الاغلب عند ضرورة رفع المعدات الكهربائية الماثلة للتسليم الى الورشة الكهربائية للاصلاح.

وينبغى ان تجتاز جميع آليات رفع الاحمال المستخدمة عند اعمال الحبال وكذلك الحبال والعلاقات والقوامط اختبارات يشار الى معدلاتها وحجومها فى الجدول رقم ١١ .

الجدول ١١

## معدلات ومدد اختبارات آليات وتجهيزات الرفع

| الآليات والتجهيزات | حمل الاختبار | | | استمرار الاختبارات الستاتيكية، دقيقة | دورية الاختبارات ، شهر |
|---|---|---|---|---|---|
| | عند اختبارات القبول وبعد الاصلاح الشامل | | عند الاختبارات الدورية | | |
| | الستاتيكى | الديناميكى | الستاتيكى والديناميكى | | |
| اسطوانات السحب ذات وسيلة الادارة الآلية واليدوية، اوناش البكرات اليدوية، حبال من الصلب وسلاسل | ١,٢٥ ق* | ١,١ ق | ١,١ ق | ١٠ | ١٢ |
| حبال من القنب والقطن والكبرون، علاقات وقوامط وحلقات | ٢ ق | — | ٢ ق | ١٠ | ٦ |

* ق – قدرة الآلية على رفع الاحمال .

### اسئلة للمراجعة

١ – ماذا يدخل في عداد اعمال الحبال ؟
٢ – ما هى الاجراءات التى تتخذ عند تعليق المحولات والمكنات الكهربائية؟
٣ – ما هى التجهيزات المستخدمة لانجاز اعمال الحبال ؟
٤ – عدد المتطلبات التى تنفذ عند اجراء اعمال الحبال ؟
٥ – حدث عن تركيبة آليات الحبال .
٦ – ما هى قواعد السلامة المهنية التى يجب مراعاتها عند انجاز اعمال الحبال ؟

الباب الثامن

# تركيبة واصلاح الاجهزة الكهربائية التى تصل فلطيتها الى ١٠٠٠ فلط

## البند ٥٠ . معلومات عامة

ان الاجهزة الكهربائية هى المعدات الكهربائية الأكثر عددا والمختلفة بالتصميم والتى تؤدى مختلف الوظائف فى الوحدات الكهربائية .

تدعى بالاجهزة الكهربائية التجهيزات الفنية المخصصة لتوصيل وفصل وضبط وحماية المعدات الكهربائية وقطاعات الدوائر الكهربائية والتحكم فيها ويمكن تقسيم الاجهزة الكهربائية تبعا لتخصيصها الى اربع مجموعات :

اجهزة التحويل — تكون مخصصة لتوصيل وفصل الدوائر الكهربائية ،

اجهزة الحماية — تحقق حماية الدوائر الكهربائية من فرط الاحمال وتيارات التقصير والفلطية الزائدة الغير مسموح بها ومن انخفاض الفلطية واختفائها ،

اجهزة الحد من التيار وبدء التشغيل (المقلعات) والضبط — تكون مخصصة لبدء التشغيل وضبط سرعة دوران المحركات ، ولتغيير قوة التيار فى الدوائر الكهربائية وللحد من التيار عند التقصيرات ،

الاجهزة المؤدية لبعض الوظائف المذكورة اعلاه فى آن واحد (مثلا توصيل وفصل الدوائر الكهربائية وكذلك حمايتها من فرط الاحمال وغيرها) .

وقد تكون الاجهزة اتوماتيكية أو غير اتوماتيكية . وتبعا للفلطية المقدرة توجد اجهزة كهربائية تصل فلطيتها الى ١٠٠٠ فلط (تصل عادة الى ٦٦٠ فلط) واخرى تزيد فلطيتها عن ١٠٠٠ فلط . ويقام فى هذا الباب بالبحث فى الاجهزة ذات الفلطية المقدرة ٢٢٠ و٣٨٠ و ٦٦٠ فلط .

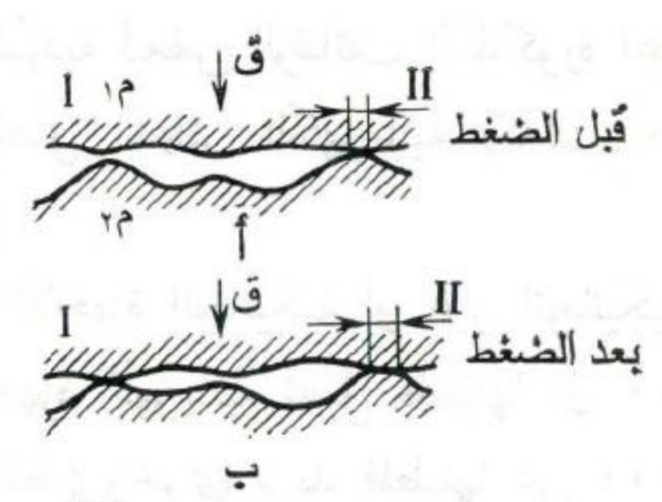
وغالبا ما تتضرر فى الجهاز الكهربائى الملامسات التى تشكل النظام التلامسى له . ويدخل فى تركيب النظام التلامسى الملامسان التشغيليان المتحرك والثابت ، وكذلك الملامسات * البينية (الانتقالية) وملامسات اطفاء القوس .

وتوجد للسطوح التلامسية وحتى تلك المجلخة جيدا مرتفعات ومنخفضات مجهرية ونتيجة لذلك يجرى التلامس الفعلى ليس على جميع مساحة السطوح بل فقط فى بعض النقاط (الشكل ١٦٣ ، أ) التى تدعى بنقاط التلامس .

ويكون عدد نقاط التلامس قليلا فى الملامسات التى لا تعانى عند التلامس من ضغوط كبيرة (القوى التى تضغط الملامسات بعضها على بعض) . وعند الضغط الزائد الذى يضغط سطوح التلامس بعضها على بعض تتشوه المرتفعات البارزة وتتحول نقاط التلامس الاولية الى مساحات صغيرة (الشكل ١٦٣ ، ب) . ومع ازدياد القوى

---

* يرمز بعبارة «ملامس» الى القطع نفسها التى تشكل توصيلا كهربائيا والى قطاع تلامسها .




الشكل ١٦٣ . تلامس السطوح التلامسية :
أ – عند انتفاء قوى الضغط ، ب – عند وجود قوى الضغط ؛ م١ و م٢ – ملامسان

المؤثرة على الملامسات ينمو عدد «نقاط التلامس» ومساحتها العامة . ويمر التيار من سطح تلامسى واحد الى سطح آخر فى نقاط التلامس اى خلال قطاعات ذات مقاطع مضيقة بشدة . وتنشأ فى هذه القطاعات (يرمز اليها فى الشكل بالارقام الرومانية I و II) من جراء المقاطع العرضية المتناهية فى الصغر مقاومة كهربائية كبيرة تدعى بالانتقالية .

وتتوقف المقاومة الانتقالية فى الملامس بشكل رئيسى على حالة السطوح التلامسية وعلى الضغط الذى تكون معه الملامسات مضغوطة على بعضها البعض . ويفسر توقف المقاومة الانتقالية على ضغط الملامسات على بعضها البعض بانه يكون عند الضغط الكبير من الاسهل سحق النقاط البارزة على سطحها وتقريب الملامسات ببعضها البعض على هذا النحو . وتقوم السطوح التلامسية المقتربة الى بعضها البعض بتكوين نقاط تلامس جديدة وتحسن من ظروف انتقال التيار وبالتالى من نوعية الملامس .

ومن المعروف بانه كلما كانت كمية ومساحة نقاط التلامس بين السطوح التلامسية اكبر كلما كانت المساحة الفعلية لتلامسها

اكبر وكلما كانت المقاومة الانتقالية اصغر . غير ان سرعة عملية تكوين نقاط تلامس جديدة وحتى عند ازدياد الضغط اللاحق فى الملامسات تتباطأ بالتدريج . ويفسر هذا بانه عند زيادة الضغط تقوم باستقباله مساحة اكبر ويقل الضغط النوعى فى نقاط تلامس الملامسات وتنسحق مادة الملامسات بسرعة اقل ولذا تتباطأ عملية زيادة كمية ومساحة نقاط التلامس .

ان المقاومة الانتقالية هى المؤشر الاساسى لنوعية اى ملامس ، وتتوقف الى حد كبير على نوعية معالجة السطوح التلامسية وحالتها . وتوجد للملامسات المعالجة بشكل ردىء والصدئة مقاومة انتقالية كبيرة . وتتيح المعالجة الدقيقة بالبرادة للسطوح التلامسية امكانية ازالة طبقة الاكاسيد وتكوين اكبر كمية من الملامسات النقطية عند التلامس . وينصح بمعالجة السطوح التلامسية للملامسات النحاسية بواسطة مبرد دقيق او مبرد عادى حيث يتكون نتيجة لهذا سطح ذو مقاومة انتقالية اقل مما هى عليه عند السطوح المصقولة او المجلخة .

وتتوقف نوعية الملامس كذلك على خصائص المواد التلامسية (المتانة الميكانيكية ، القدرة على التوصيل الكهربائى والصمود للحرارة) . ان المواد التى تتمتع بقدرة على التوصيل الكهربائى وبمتانة ميكانيكية منخفضتين او بصمود للحرارة غير كاف لا تستطيع تكوين ملامس متين الى وقت طويل لكونها تتعرض لاحمال ميكانيكية محطمة (بكسر الطاء) والتأثيرات حرارية .

وعلى مواد التوصيلات التلامسية ان تلبى الشروط الاساسية التالية:

— المتانة الميكانيكية ، اى القدرة ولمدة طويلة على تحمل قوى ميكانيكية محددة تنشأ فى الملامسات اثناء العمل ،

— المقاومة للحرارة ، اى صمود المادة عند تأثير الحرارة عليها لمدة طويلة ،

— المقاومة للانصهار ، اى القدرة على عدم الانصهار عند تأثير حرارة كبيرة على الملامس ،

— التوصيل الكهربائى ، اى القدرة على توصيل التيار الكهربائى بمقاومة قليلة ،

— عدم التأكسد (المقاومة للصدأ) اى القدرة على الصمود فى الاساس للتأثير المؤكسد للأكسجين المتواجد فى الهواء .

ولا توجد حاليا مواد تستجيب للمتطلبات المذكورة كلها ، ولذا فانه يقام بصنع ملامسات الاجهزة من مواد تقوم اكثر من غيرها بتلبية شروط عمل الجهاز . فمثلا تستخدم فى الاجهزة المخصصة لفصل تيارات كبيرة خلال القوس قطع تلامسية مصنوعة من مواد مقاومة للانصهار حيث يستخدم السيراميك المعدنى كمادة منها .

وتصنع القطع من السيراميك المعدنى للملامسات من خليط الولفرام (التنجستن) او المولبدين مع النحاس او الفضة . ان متانة هذه القطع لعالية جدا حيث انها تصنع من مساحيق المعادن تحت ضغط عال مع المعالجة الحرارية اللاحقة عند ١١٠٠ — ١٣٠٠ م * .

وتتمتع الملامسات من السيراميك المعدنى بمتانة ميكانيكية زائدة وبمقاومة للحرارة بفضل وجود المولبدين والولفرام (التنجستن) فيها ، واما وجود الفضة او النحاس فانه يكسب الملامسات التوصيل

---

* تدعى طريقة صنع القطع من مساحيق مختلف المعادن بالكبس مع المعالجة الحرارية اللاحقة «بميتالورجيا المساحيق» .

الكهربائى العالى . ان الملامسات المغطاة بالسيراميك المعدنى وبالاخص من النحاس والوالفرام (التنجستن) منتشرة فى الاجهزة الحديثة بشكل واسع .

وبالاضافة الى الملامسات تتضرر فى الاجهزة الكهربائية كذلك قطع الآلية والزنبركات وشرائح غرفة اطفاء القوس والعازل . ومن الدلائل المميزة لعطل الجهاز : التسخين الزائد لبعض الاجزاء ، والتشغيل الغير منتظم والفصل التلقائى وتوقف الجهاز .

وقد يكون من اسباب الاعطال تضرر قطع مستقلة نتيجة للتشغيل الغير مرضى للجهاز والاخلال بمواعيد الاصلاحات الجارية والشاملة . ويقام باصلاح الاجهزة المتضررة مع الاستخدام فى هذه الحالة لمواد عازلة وتلامسية ذات نوعية جيدة مع تحسين تصميم قطع مستقلة ، ويجرى فى الحالات الضرورية تحديث الاجهزة ذات التصاميم القديمة .

## البند ٥١ . اصلاح اجهزة الفصل الاوتوماتية والقواطع التلقائية والمقلعات المغناطيسية

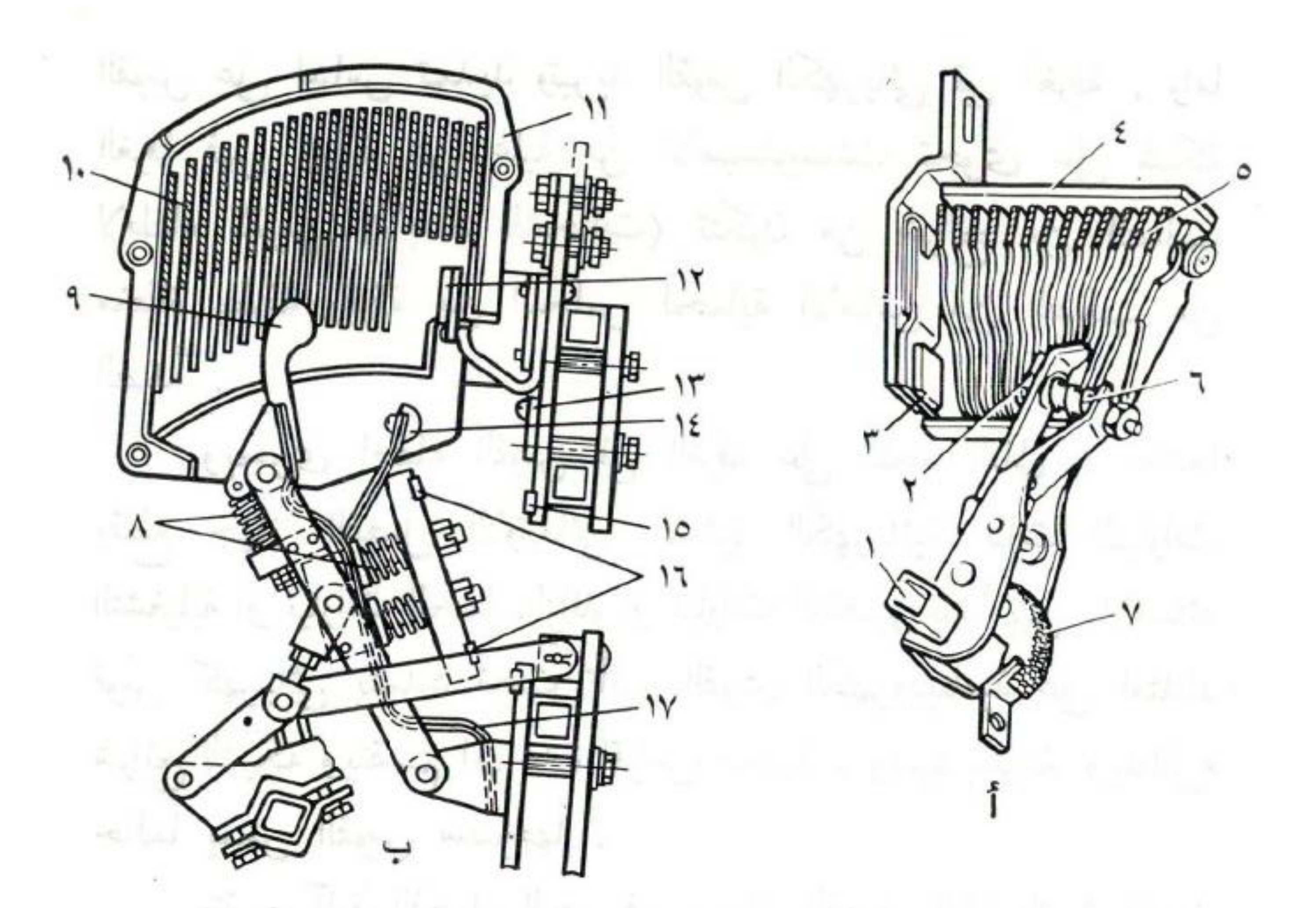
اجهزة الفصل الاوتوماتية الهوائية . ان جهاز الفصل الاوتوماتى الهوائى مخصص لقطع الدوائر الكهربائية اوتوماتيا او لفصل الوحدة الكهربائية عند ظهور تيارات الحمل المفرط وتقصير الدائرة فيها وكذلك عند انخفاض الفلطية الغير مسموح به او اختفاء الفلطية كليا . ويدعى الجهاز بالهوائى لان القوس الكهربائى الناشئ بين ملامساته فى لحظة الفصل ينطفئ فى وسط الهواء المحيط . وتقوم اجهزة الفصل الاوتوماتية الهوائية كقاعدة بوظيفة اجهزة الحماية ، غير انه يمكن استخدامها عند الضرورة كاجهزة تحويل وذلك عند

عمليات الوصل والفصل التشغيلية النادرة للدوائر الكهربائية التى تكون مركبة فيها كاجهزة حماية .

ويمكن تحقيق التحكم عن بعد بواسطة اجهزة الفصل الاوتوماتية فى المعدات الكهربائية والاعادة السريعة لتغذية الوحدات الكهربائية بواسطة توصيل التيار من جديد . وتصنع اجهزة الفصل هذه لتحمل تيارات تبلغ عدة آلاف أمبير وتوجد منها حسب عدد الاقطاب : بقطب واحد وبقطبين وبثلاثة اقطاب . والاجزاء الرئيسية لاجهزة الفصل هى نظام التلامس وجهاز اطفاء القوس وآلية الفصل الحر .

وقد يكون نظام التلامس لاجهزة الفصل الاوتوماتية ذات القدرة الصغيرة (لتيارات لا تزيد عن ١٠٠ أمبير) بمرحلة واحدة (الشكل ١٦٤ ، أ) او بمرحلتين (الملامسان : الرئيسى ولاطفاء القوس) . ويستخدم نظام الملامسات بمرحلة واحدة فى اجهزة الفصل ذات القدرة المتوسطة (حتى ٦٠٠ أمبير) اذا كانت السطوح التشغيلية للملامسات مغطاة بالسيراميك المعدنى . ويستخدم فى اجهزة الفصل ذات القدرة الكبيرة نظام ملامسات بمرحلتين او بثلاث مراحل (الشكل ١٦٤ ، ب) . وفى حالة نظام الملامسات بثلاث مراحل تتكون مجموعة الملامسات لجهاز الفصل من ملامسات رئيسية (تشغيلية) ، وبينية (انتقالية) ولاطفاء القوس (قاطعة) .

وتعمل الملامسات الرئيسية على توصيل الدائرة الكهربائية التى يجرى التحكم فيها بشبكة التغذية وتسمح بالتمرير الطويل خلالها للتيارات المقدرة ولتيارات الحمل التشغيلية واما ملامسات اطفاء القوس فتعمل على قطع الدائرة الكهربائية عند وجود التيارات التشغيلية فيها وكذلك تيارات فرط الحمل او تقصير الدائرة وكذلك تعمل على الحفاظ على الملامسات الرئيسية بهذا الشكل . واما الملامسات




الشكل ١٦٤ . انظمة التلامس واطفاء القوس لاجهزة الفصل الهوائية :
أ – بمرحلة واحدة ، ب – بثلاث مراحل ؛ ١ – عمود محور ، ٢ و ١٦ – ملامسات رئيسية متحركة ، ٣ و ١٥ – ملامسات رئيسية ثابتة ، ٤ و ١١ – غرف اطفاء الحريق ، ٥ و ١٠ – شبكات اطفاء القوس ، ٦ و ٨ – زنبركات الملامسات ، ٧ و ١٧ – وصلات مرنة ، ٩ و ١٢ – ملامسات متحركة وثابتة لاطفاء القوس ، ١٣ و ١٤ – ملامسان بينيان ثابت ومتحرك

البينية فهى مخصصة لتسهيل انتقال التيار من الملامسات الرئيسية الى ملامسات اطفاء القوس عند فصل جهاز الفصل وعلى العكس عند توصيله .

ويتكون نظام اطفاء القوس لجهاز الفصل (الشكل ١٦٤ ، ب) من ملامسى اطفاء القوس (المتحرك ٩ والثابت ١٢) ومن الغرفة ١١ الواقعة فيها الشبكة ١٠ . ويعمل جهاز اطفاء الحريق على تحديد ابعاد القوس الذى ينشأ بين الملامسات المفترقة عند انقطاع الدائرة الكهربائية من جرائهما واطفائه سريعا . ويقوم عمل جهاز اطفاء

القوس على اساس تمديد وتبريد القوس الكهربائى فى الغرفة . واما الغرفة فهى عبارة عن علبة من الاسبستوسمنت تحوى على شبكة لاطفاء القوس (لابعاد الشحنات) تتكون من شرائح من الصلب مغطاة بطبقة رقيقة من النحاس لحماية الاساس من الصلب من الصدأ .

ويجرى اطفاء القوس فى الغرفة على النحو التالى : عندما يقطع جهاز الفصل الاوتوماتى الدائرة الكهربائية ذات التيارات التشغيلية او تيارات الحمل الزائد او تيارات التقصير ينشأ بين ملامساته قوس كهربائى يتمدد تحت تأثير القوى الكهروديناميه على امتداد شرائح الشبكة وينقسم الى عدة اقواس صغيرة ، ويبرد بسرعة وينطفىء حالما يمس القوس سطوحها .

وتقوم آلية الفصل الحر فى جهاز الفصل الاوتوماتى بانجاز الوظائف التالية : تحول دون امكانية ابقاء ملامسات جهاز الفصل فى وضع التشغيل عند حدوث نظام الطوارىء فى الشبكة المحمية ، وتضمن سرعة افتراق الملامسات (التباعد اللحظى) التى لا تتوقف على عامل الادارة وعلى نوع وكتلة آلية نقل الحركة .

وهذه الآلية هى عبارة عن نظام اذرع متمفصلة (متصلة ببعضها بمفصلات) تربط وسيلة ادارة جهاز التوصيل مع نظام الملامسات المتحركة المتصلة بدورها بزنبرك الفصل . وعند حالات الطوارىء فى الدائرة الكهربائية ، المحمية بجهاز الفصل الاوتوماتى يقوم عضو الفصل فيه باخراج وسيلة الادارة من تشابكها مع الذراع المشكل الذى يستدبر مخرجا بطرفه الآخر الاذرع «الساقطة» من وضع «السكون» ، وفى هذه الحالة يقوم زنبرك الفصل مؤثرا على الاذرع الساقطة بفصل الملامسات عن بعضها البعض .

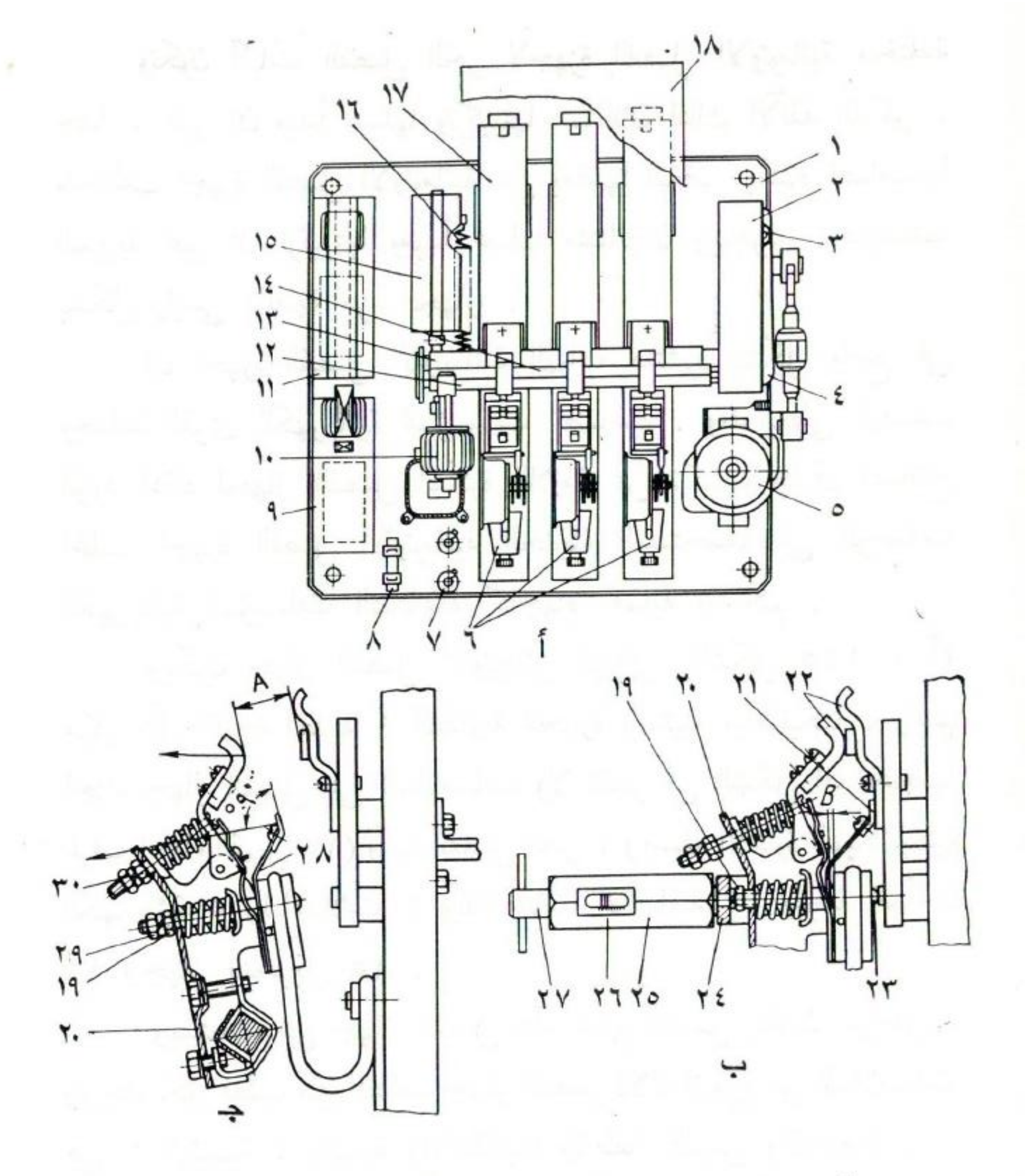
وتكون آليات الفصل الحر لاجهزة الفصل الاوتوماتية مختلفة جدا ، غير ان مبدأ عملها وتركيبتها مماثلان لتلك الآنفة الذكر . وتختلف اجهزة الفصل الاوتوماتية عن بعضها البعض بكثرة تصاميمها البنيوية غير ان تركيبتها ومبدأ عملها متشابهان ويجرى تحديدهما بشكل رئيسى بالغاية من الجهاز .

ان اجهزة الفصل الاوتوماتية الهوائية منتشرة بشكل واسع فى وحدات القوى الكهربائية للمؤسسات الصناعية . وقد يعطى الوصف الوارد ادناه لجهاز الفصل الفكرة اللازمة عن تركيب وطرق اصلاح اغلب اجهزة الفصل الاوتوماتية الحديثة المستخدمة فى الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية كاجهزة حماية وتحكم .

ويكون جهاز الفصل الاوتوماتى الهوائى (الشكل ١٦٥ ، أ) مركبا على اللوحة العازلة ١ المقاومة للحرارة والمتينة ميكانيكيا . واهم اجزاء جهاز الفصل هى الملامسات (لا تظهر فى الشكل اذ تحجبها غرف اطفاء القوس ١٧) وآلية الفصل الحر ٢ ووسيلة الادارة الميكانيكية الكهربائية ٥ والفاصلات ٦ والفاصلات الاضافية ١٠ ولوحة المأخذ ١١ وجهاز التحويل ١٥ .

ويستخدم فى جهاز الفصل هذا نظام تلامس بثلاث مراحل . وتوجد لكل قطب من اقطاب جهاز الفصل ثلاثة ازواج من الملامسات هى : الرئيسية ، والبينية (الانتقالية) ولاطفاء القوس (القاطعة) .

وتصنع الملامسات الرئيسية من السيراميك المعدنى واما البينية والقاطعة فمن النحاس . ويقع نظام التلامس لكل قطب من اقطاب جهاز الفصل فى غرفة اطفاء القوس ١٧ ، التى تكفل الاطفاء للقوس وتستبعد امكانية انتقال القوس الى الاطوار المجاورة او الى اجزاء الجهاز الاخرى الحاملة للتيار .




وتكون الملامسات المتحركة لجهاز الفصل الاوتوماتى مثبتة على العمود الرئيسى المعزول ١٣ . ويجرى فصل جهاز الفصل الاوتوماتى بواسطة العمود ١٢ تحت تأثير الفاصلات القصوى ٦ عند ازدياد التيار فوق الحد المسموح به فى الدائرة الكهربائية المحمية وكذلك عند تأثير الفاصلات الاضافية ١٠ على العمود ١٢ . ويؤدى

الشكل ١٦٥ . جهاز فصل اوتوماتى هوائى يعمل على تيار متردد شدته ٦٠٠ أمبير :
أ – منظر عام ، ب و جـ – نظام التلامس فى وضعى الوصل والفصل للاوتومات ؛
١ – لوحة ، ٢ – آلية الفصل الحر ، ٣ – برغى تأريض ، ٤ – مبطئ فصل ميكانيكى ، ٥ – وسيلة ادارة ميكانيكية كهربائية ، ٦ و ١٠ – فاصلات قصوى وفاصل اضافى ، ٧ – مقاوم ، ٨ – قابع واق ، ٩ – مرحل تحكم ، ١١ – لوحة مآخذ ، ١٢ و ١٤ – عمود جهاز الفصل وآخر لجهاز الانتقاء ، ١٣ – عمود رئيسى ، ١٥ – جهاز تحويل ، ١٦ – زنبرك الفصل للجهاز ، ١٧ – غرفة اطفاء القوس ، ١٨ – حاجز مقاوم للنار ، ١٩ و ٢٩ – صمولة سفلية واخرى علوية ، ٢٠ – ماسك ، ٢١ و ٢٣ – ملامس بينى وآخر رئيسى ، ٢٢ – ملامسات اطفاء القوس ، ٢٤ – مسمار قلاووظ مشكل ، ٢٥ – كوب الدينومتر ، ٢٦ – مقياس مدرج للدينومتر مع مؤشر ، ٢٧ – مسمار وصلة ، ٢٨ – زنبرك مسطح ، ٣٠ – صمولة ضبط .
تدل السهام عل اتجاه القوى عند تحديد قيم سقوط الملامسات وانفراجها

---

تأثير الفاصلات القصوى ٦ على عمود الانتقاء عند تيار التقصير كذلك الى فصل جهاز الفصل ولكن بعد فترة زمنية معينة . ويحدد طول الفترة الزمنية بالمبطئ الميكانيكى ٤ الواقع على الملطم الأيمن لآلية الفصل الحر ٢ . ويرتبط نظام الملامسات المتحركة بالزنبرك ١٦ الذى يعمل على فصل جهاز الفصل . واما وسيلة الادارة الميكانيكية الكهربائية ٥ فمرتبطة بآلية الفصل الحر ٢ . ويوجد فى مخطط حمايته والتحكم فيه مقاوم انبوبى ومصهر واق ٨ ومرحل تحكم ٩ .

ويعمل البرغى ٣ على توصيل جهاز الفصل الاوتوماتى بشبكة التأريض . ويحول وجود الفاصل ١٨ المقاوم للنار والمصنوع من الاسبست والاردواز دون امكانية انتقال القوس . ويتم تشغيل جهاز الفصل الاوتوماتى عن بعد بوسيلة ادارة ميكانيكية كهربائية ٥ واما فصله فيتم بواسطة الفاصل الاضافى ١٠ .

ويتكون نظام التلامس لجهاز الفصل الاوتوماتى (الشكل ١٦٥ ، ب و ج) من ثلاث مجموعات تلامسية توصل على التوازى هى : الرئيسية ٢٣ والبينية ٢١ ولاطفاء القوس ٢٢ . وعند تشغيل جهاز الفصل تتلامس فى البداية ملامسات اطفاء القوس ومن ثم الملامسات البينية واخيرا الرئيسية . ويجرى انفصال الملامسات عند فصل جهاز الفصل بترتيب عكسى .

وغالبا ما تتضرر فى اجهزة الفصل الاوتوماتية من النوع المذكور ومن الأنواع المشابهة من حيث التصميم الملامسات وآلية الفصل والزنبركات. وتتمثل هذه الاضرار فى تآكل وانصهار الملامسات وفى اختلال ضبط الآلية ، وارتخاء الزنبركات . ونتيجة للتأثيرات الكهربائية والميكانيكية الدائمة قد يحدث وان يتضرر عازل ملف وسيلة الادارة الميكانيكية الكهربائية او العمود الرئيسى لجهاز الفصل الاوتوماتى . ويجرى تبعا لطابع الضرر اصلاح اجهزة الفصل الاوتوماتية فى عنبر الاصلاح الكهربائى او فى مكان تركيبها . وفى الحالة الاخيرة يفصل جهاز الفصل الاوتوماتى كليا عن الدوائر الكهربائية الموصولة به وتتخذ كذلك تدابير للحيلولة دون التحكم عن بعد فى جهاز الفصل .

ويقام للوصول الى الملامسات بفك مسامير القلاووظ المثبتة لغرف اطفاء القوس ومن ثم ومع مراعاة الاجراءات الأمنية تزال غرف اطفاء القوس بطريقة لا تتضرر معها شرائح شبكة تجهيزة اطفاء القوس الواقعة بداخلها وملامسات الجهاز .

وتنظف بحذر الشرائح المسخمة للشبكة المصنوعة من الصلب المغطى بالنحاس بواسطة قضيب من الخشب او بفرشاة ناعمة من الصلب لازالة طبقة الهباب عنها ، ومن ثم تمسح بقطع من قماش

نظيف وتغسل . ويمنع استعمال ادوات معدنية (سكاكين ومكاشط ومبارد وغيرها) لهذه الاغراض ، لانه يمكن الاضرار بالطبقة الواقية الرقيقة من النحاس المغطية للشرائح من الصلب .

وغالبا ما تتضرر (تحترق وتنصهر وتتآكل) فى نظام التلامس لاجهزة الفصل الاوتوماتية ملامسات اطفاء القوس التى تتعرض لتأثير حرارة القوس الكهربائى العالية وبالاخص عند قطعها لتيارات كبيرة . وتغسل الملامسات المحترقة خفيفا ومن ثم تبرد قليلا بمبرد لازالة ذرات النحاس المصهورة الموجودة على سطوحها التشغيلية . ولا يجوز استعمال ورق السنفرة لتنظيف الملامسات لان غبار ورق السنفرة وذراته الدقيقة قد تنفذ عندئذ الى آلية جهاز الفصل وتسبب الاهتراء السريع لاجزائه المتحاكة نتيجة للتآكل . وتزال عن الملامسات المنصهرة بشدة الناميات النحاسية بالمبرد مع الحرص على ازالة اقل كمية من معدن الملامس والاحتفاظ الى اقصى حد على شكله الاولى . ويوصى باستبدال ملامسات اجهزة الفصل الجارى اصلاحها باخرى جديدة من انتاج المصنع وذلك عندما تصغر ابعادها بما يزيد عن ٣٠٪ .

وعند العمل الطويل لجهاز الفصل الاوتوماتى فى ظروف عمليات التوصيل والفصل لا تهترئ ملامساته وحسب بل يختل نظام ضبطها مما يؤدى الى التسخين المفرط للملامسات والى خروجها السريع من حيز العمل . ان ضبط عمل نظام الملامسات لجهاز الفصل الاوتوماتى هو من اكثر عمليات الاصلاح اهمية ويتوقف عليه العمل الطبيعى الطويل لجهاز الفصل . وعند ضبط نظام الملامسات بعد الاصلاح يسعى الى تحقيق التلامس الآنى للملامسات الرئيسية ومن ثم البينية واخيرا لاطفاء القوس ، مع ان لتناوب توصيلها ترتيبا

عكسيا . ويضبط التلامس الآنى للملامسات الرئيسية بتغيير وضع الماسك ٢٠ على العمود الرئيسى ١٣ وذلك بشد الصمولة ١٩ او ارخائها .

ويتم ضبط التلامس الآنى للملامسات البينية بثنى الزنبرك المسطح ٢٨ فى الاتجاه اللازم واما لملامسات اطفاء القوس فيتم بشد صمولة الضبط ٣٠ أو بفكها .

ويجب ان يضبط نظام التلامس بحيث يكون مقدار الخلوص ما بين الملامسات المتحركة والملامسات الثابتة البينية ٢١ بما لا يقل عن ٥ مم فى لحظة تلامس ملامسات اطفاء القوس ٢٢ ، واما فى لحظة تلامس الملامسات البينية فلا يجب ان يقل مقدار الخلوص بين الملامسات المتحركة والملامسات الثابتة الرئيسية ٢٣ عن ٢,٥ مم . ويجب فى وضع التشغيل لجهاز الفصل الاوتوماتى الذى تم ضبطه ان لا يقل سقوط* الملامسات الرئيسية عن ٢ مم (انظر الشكل ١٦٥ ، ب) . واما مقدار الانفراج** A لملامسات اطفاء القوس فيجب ان لا يقل عن ٦٥ مم فى وضع الفصل لجهاز الفصل (انظر الشكل ١٦٥ ، ج) .

ويدخل كذلك فى عداد اعمال اصلاح جهاز الفصل الاوتوماتى فحص وضبط قيم الضغط البدائى والنهائى لملامساته . وتدعى بالضغط البدائى للملامسات القوة الناشئة عن الزنبرك فى مكان التلامس البدائى للملامسات ، واما الضغط النهائى فهو القوة الناشئة

---

* تدعى بسقوط الملامسات المسافة التى يمكن ان ينزاح اليها سطح التلامس للملامس الموصول كليا اذا جرى ابعاد الملامس الثابت .

** تدعى بانفراج الملامسات اقصر مسافة بين السطوح التلامسية للملامسات المفصولة .

30*

عن الزنبرك فى مكان التلامس النهائى للملامسات . وتعتبر قراءة الدينمومتر ضغطا بدائيا فعليا لملامسات اطفاء القوس لجهاز الفصل عندما يصبح التنقل الحر لمسمار القلاووظ المشكل ٢٤ ممكنا ، واما للملامسات البينية فعندما يبلغ مقدار الخلوص B (انظر الشكل ١٦٥ ، ب) القيمة الواردة فى كتالوج الاوتومات . ويقاس الضغط النهائى للملامسات الرئيسية بواسطة دينمومتر خاص يورده المصنع المنتج مع جهاز الفصل . ويتكون الدينمومتر من الكوب ٢٥ والمقياس المدرج ٢٦ بمؤشر ومسمار وصلة ٢٧ بمقبض . ويجرى القياس طبقا لتعليمات المصنع المنتج ومعطيات كتالوج جهاز الفصل الاوتوماتى . ولا يجب ان تختلف قيم الضغوط البدائية لجميع ملامسات الجهاز عن معطيات الكتالوج المطابقة لها باكثر من ± ١٠٪.

وينبغى ضبط ضغط الملامسات بدقة فائقة اذ ان الضغط البدائى الغير كافى قد يسبب تسخينا غير مسموح به للملامسات وبالتالى انصهارها ، واما الضغط الفائق عن الحد فقد يؤدى الى الاهتراء السريع لنظام الملامسات والاخلال بدقة عمله . ويجب ان تقع ضغوط الملامسات ضمن حدود القيم التى يعينها المصنع المنتج . واذا حدث اثناء عملية الضبط ولم تقع الضغوط البدائية للملامسات المهترئة والضغوط النهائية للملامسات الجديدة ضمن الحدود التى يعينها المصنع والواردة فى كتالوج جهاز الفصل فانه يلزم استبدال زنبركات الملامسات المناسبة وذلك باخذها من قطع الغيار التى يوردها المصنع المنتج .

ويجب عند اصلاح اجهزة الفصل الاوتوماتية توجيه الانتباه الى صحة توضع الاذرع على عمود الفصل والى وجود الخلوص المطلوب

بين ذراع العمود وابرة الفاصل . ولا يجب ان تكون الاذرع بميلانات وانحرافات . واما الخلوص بين الذراع والابرة فيجب ان يكون بمقدار ٢ ــ ٣ مم ، وخلافا لذلك فان الفاصل الادنى او الخاص لن يقوم بفصل جهاز الفصل عند انخفاض الفلطية الغير مسموح به واختفائها كليا فى الشبكة المغذية .

وتفحص اثناء عملية الاصلاح سلامة المقاومات ٧ والحشوات المنصهرة للمصهر الواقى ٨ وكذلك حالة ملامسات الفاصل النهائى ومجموعة الملامسات . وفى حالة تعطل هذه القطع ورداءة التلامس فان جهاز الفصل لن يعمل بواسطة وسيلة الادارة الميكانيكية الكهربائية . ويستبدل المقاوم المحترق بآخر جديد ، وتوضع فى المصهر الواقى حشوة منصهرة جديدة مكان المحترقة ، وتنظف الملامسات المحترقة ، واما المتضررة بشدة فتستبدل باخرى جديدة .

ويجرى لجهاز الفصل الذى تم اصلاحه التحقق من سهولة حركة الاجزاء المتحركة ومن انعدام استعصاء فى الآلية والتلامس بين الملامسات المتحركة وجدران غرف اطفاء القوس ولهذا الغرض يقام بوصل وفصل جهاز الفصل ببطء لـ ١٠ ــ ١٥ مرة يدويا . وينبغى عند تركيب جهاز الفصل الاوتوماتى المصلح فى مكانه تفقد مآخذ الملامسات ان كانت مشدودة بشكل جيد وان كانت الاسلاك او الكابلات الحاملة للتيار والموصولة بالجهاز لا تشكل قوى ميكانيكية زائدة تؤثر على ملامساته او اطرافه الخارجة .

ويجرى التحقق من صحة التجميع وجودة اصلاح الجهاز وكذلك انعدام العيوب فيه والتى تعرقل عمله بواسطة ١٥ ــ ٢٠ دورة وصل وفصل فى البداية تحت الفلطية (بدون حمل) ومن ثم بمقدار ٥٠٪ من الحمل المقدر واخيرا بالحمل المقدر كله . ويجرى

30—178

كذلك تفقد عمل جميع الفاصلات وتحديد قيم التيارات المطلوبة للفواصل القصوى وبعد ذلك يجرى اختبار جهاز الفصل عند الاحمال المقدرة حسب البرنامج والمواصفات والمعدلات الموضوعية من قبل المصنع المنتج .

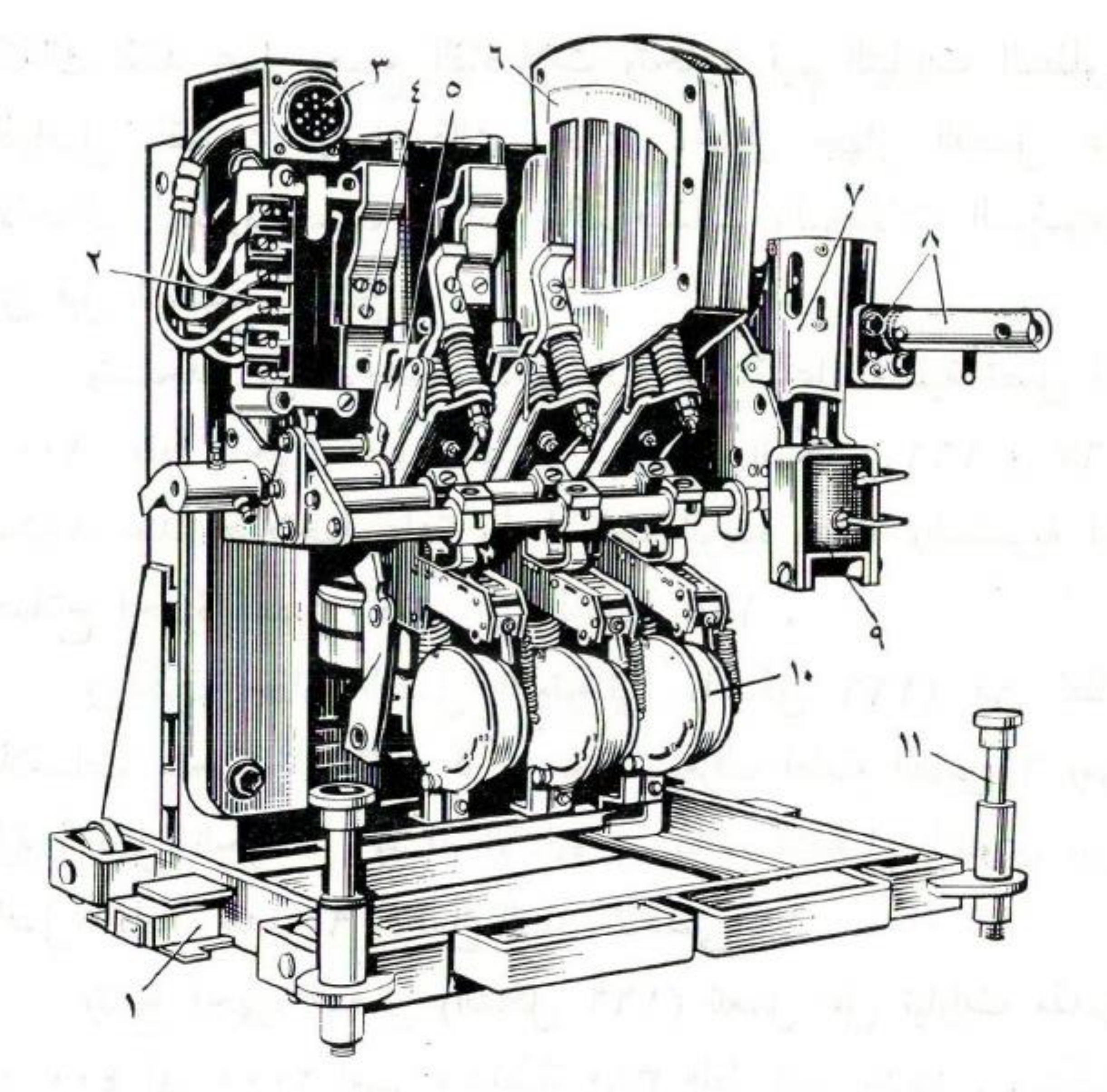
وتستخدم فى الوحدات الكهربائية العاملة على فلطية تصل الى ١٠٠٠ فلط اجهزة فصل اوتوماتية ترى فى الشكلين ١٦٦ و ١٦٧ يسترشد عند اصلاحها عادة بالتعليمات الواردة اعلاه والمنسوبة الى اصلاح اجهزة الفصل كالتى فى الشكل ١٦٥ .

ويتكون جهاز الفصل الاوتوماتى (الشكل ١٦٦) من نظام ملامسات متحركة ٤ وثابتة ٥ ، مغطاة بغرف اطفاء القوس ٦ ومن آلية الفصل الحر ٧ ووسيلة الادارة ٨ ذات التشغيل اليدوى ومن فاصل الفلطية الدنيا ٩ وفاصل التيار الأقصى ١٠ .

وتنتج اجهزة الفصل (الشكل ١٦٦) للعمل على تيارات مقدرة من ٤٠٠ الى ٢٠٠٠ أمبير وبفلطية ٣٨٠ فلط لتيار متردد . ويتكون نظام التلامس لاجهزة الفصل ذات القدرة الاكبر من ثلاث مجموعات من الملامسات .

ويتم تحقيق التحكم فى جهاز الفصل يدويا بوسيلة الادارة ٨ التى تنتقل قوتها الى العمود بواسطة آلية الفصل الحر ٧ ، المكونة من نظام اذرع مرتبطة ببعضها البعض . ويتم الفصل اليدوى لجهاز الفصل الاوتوماتى بواسطة اخراج ذراع آلية الفصل الحر ٧ من وضع «السكون» واما الفصل الاوتوماتى فيتم بتأثير فعل ابرة الفاصل على العمود الفاصل .

ويتكون فاصل التيار الأقصى ١٠ من وشيعة وعضو جذب مدعوم بزنبرك وموصول بآلية زمنية على مقياسها المدرج العلامات "0"




الشكل ١٦٦ . جهاز فصل اوتوماتى ثلاثى الاقطاب للتيار المتردد :
١ – ملامس متحرك مؤرض ، ٢ – جهاز تحويل ، ٣ – وقب (بريزة) وفيشة ، ٤ و ٥ – ملامسان ثابت ومتحرك ، ٦ – غرفة اطفاء القوس ، ٧ – آلية الفصل الحر ، ٨ – وسيلة ادارة للتشغيل اليدوى ، ٩ – فاصل الفلطية الدنيا ، ١٠ – فاصل التيار الأقصى ، ١١ – مثبت وضع العربة

و"Мин" و"Макс" . وعند وضع الآلية الزمنية على العلامة "0" يقوم جهاز الفصل الاوتوماتى بفصل تيارات التقصير وفرط الحمل بطرفة عين . وتنفصل اجهزة الفصل الاوتوماتية الانتقائية مع التعويق الزمنى المعطى والذى يحقق بواسطة مبطىء الفصل الميكانيكى . ويحدد التعويق الزمنى المطلوب بتحريك مسمار قلاووظ خاص يقع على الآلية الزمنية .

وقد تكون اجهزة الفصل الاوتوماتية (الشكل ١٦٦) مزودة بالاضافة الى فاصلات التيار القصوى بفاصل للفلطية الدنيا ، يقوم بفصل جهاز الفصل عند انخفاض الفلطية فى الشبكة الكهربائية المغذية الى ٣٦٪ من القيمة المقدرة . ويتيح جهاز الفصل الاوتوماتى التشغيل والفصل عن بعد . ويجرى التشغيل عن بعد بوسيلة ادارة ذات محرك كهربائى يكون جهاز الفصل مزودا بها . وتتكون وسيلة الادارة ذات المحرك الكهربائى من محرك كهربائى ومخفض سرعات مع قرص فصل ومن فاصل نهائى ومساكة (وصلة) وتجهيزة فرملة .

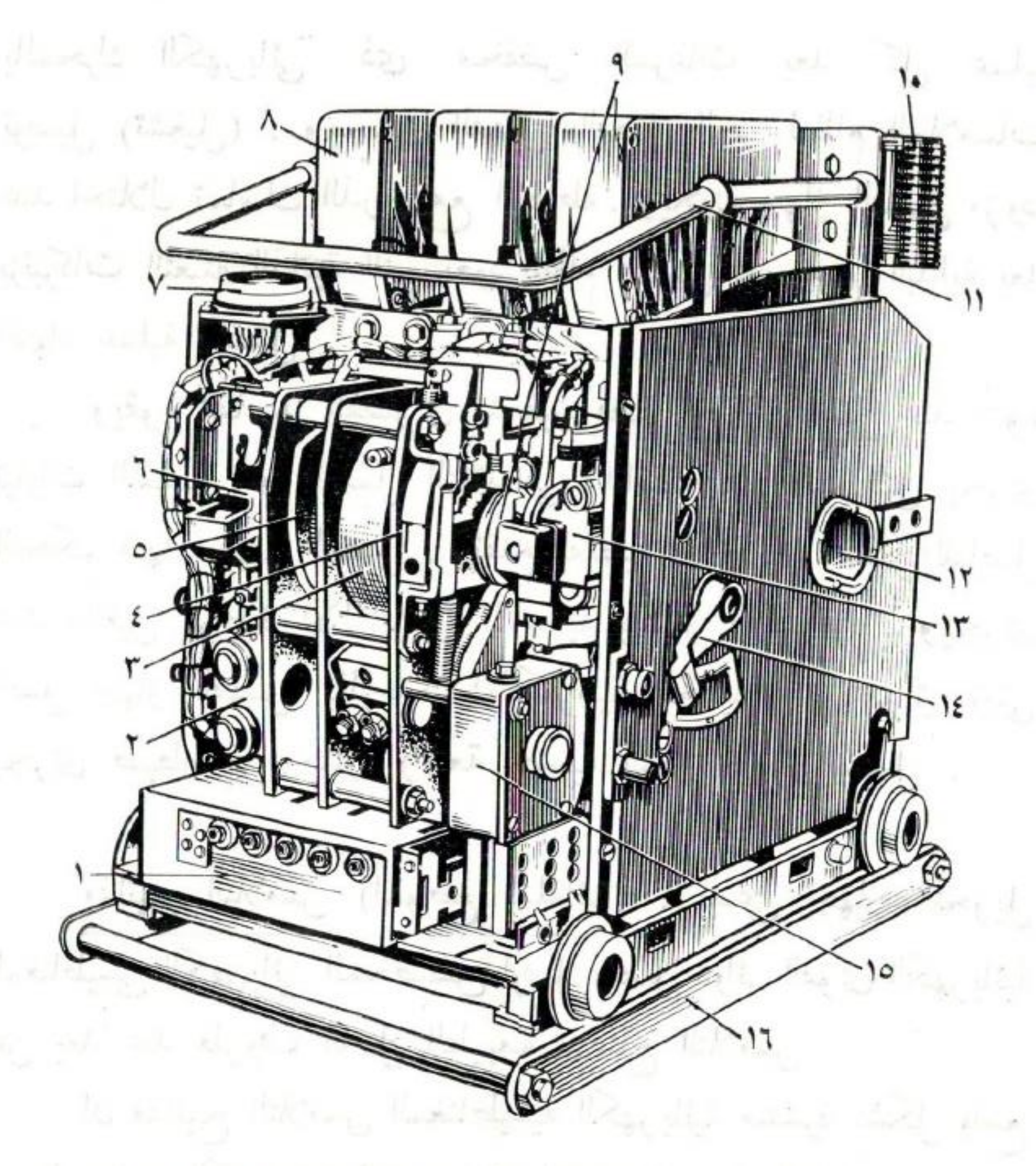
ويدخل فى تركيب تجهيزة الفرملة نصفا قرص ، يدوران مع عمود المحرك الكهربائى لوسيلة الادارة ويتباعدان فى الاتجاه الشعاعى (النصف قطرى) تحت تأثير القوى الطاردة المركزية ، وشريط من الصلب يحيط بنصفى القرص . وعند الفرملة ينضغط الشريط من الصلب على نصفى القرص ويوقف المحرك الكهربائى . وبانتهاء الفرملة يعود نصفا القرص والشريط الى وضع الانطلاق . وتعمل وسيلة الادارة ذات المحرك الكهربائى بلا تعطل عند تقلبات الفلطية من ٨٥ الى ١١٠٪ من القيمة المقدرة .

ويستخدم لتحقيق الفصل عن بعد لجهاز الفصل الاوتوماتى (الشكل ١٦٦) الفاصل الواقع على ملطم آلية الفصل الحر والمكون من عضو جذب وقلب مع موقف ووشيعة .

وتستخدم فى الوحدات الكهربائية العاملة بالتيار المتردد ذى الفلطية ٦٦٠ فلط اجهزة فصل اوتوماتية (الشكل ١٦٧) التى تقوم الصناعة بانتاجها بتصميمين : عادى للتركيب الثابت ، وآخر قابل للجر ــ لاجهزة التوزيع ذات المجموعات الكاملة .

ويوجد لجهاز الفصل الاوتوماتى (الشكل ١٦٧) تشابه اساسى مع اجهزة الفصل الأوتوماتية التى جرى بحثها اعلاه . وجهاز الفصل هذا مزود بنظام تلامس يقع فى غرفة اطفاء القوس ٨ وبآليات (٥ — للتوصيل والفصل الحر ، ٤ — لتعبئة زنبرك التشغيل ، ٩ — للتحكم بوسيلة الادارة الكهربائية) وبمحرك كهربائى ١٣ مع مخفض سرعات ١٥ وبفاصل ٦ وبوحدة الكترونية ١ للحماية بالتيار الاقصى . وتقع جميع الوحدات التجميعية والقطع المذكورة فى هيكل جهاز الفصل الأوتوماتى . ويكون الغرض منها ومبدأ عملها كما هو عليه بالنسبة للوحدات التجميعية والقطع فى الجهاز المبين بالشكل ١٦٦ .

وغالبا ما تستخدم اجهزة الفصل (الشكل ١٦٧) فى اجهزة التوزيع ذات المجموعات الكاملة . ويتكون جهاز الفصل الاوتوماتى المصمم للجر والمستخدم فى اجهزة التوزيع ذات المجموعات الكاملة من خلية معدنية ذات بنيان هيكلى ومن جهاز الفصل نفسه المزود بسكة حديد قلابة ١٦ تعمل على تسهيل جر جهاز الفصل من والى داخل الخلية . وتكون الملامسات الرئيسية الثابتة مثبتة على الحائط الخلفى للخلية واما على الجدران الجانبية فتثبت الملامسات الثابتة لجهاز التأريض ولنظام القفل الذى يستبعد امكانية جر جهاز الفصل من والى داخل الخلية فى وضع التشغيل للملامسات . ويكون هيكل الخلية مزودا ببراغى يوصل بواسطتها بشبكة التأريض . ويوجد للملامسات الرئيسية المتحركة وملامسات اطفاء القوس غطاء من السيراميك المعدنى . وتكون الملامسات الرئيسية الثابتة مغطاة بالفضة واما ملامسات اطفاء القوس فتكون مغطاة بالسيراميك المعدنى . ويجرى توصيل الملامسات على حساب الطاقة المخزونة فى زنبرك التشغيل الذى يعبأ يدويا بالمقبض اللازم للاصلاح او اوتوماتيا




الشكل ١٦٧ . جهاز فصل اوتوماتى ثلاثى الاقطاب يعمل بالتيار المتردد :
١ – وحدة الكترونية للحماية بالتيار الاقصى ، ٢ – وحدة ازرار التحكم ، ٣ – زنبرك تشغيل ، ٤ – آلية تعبئة زنبرك التشغيل ، ٥ – آلية التشغيل والفصل الحر ، ٦ – فاصل ، ٧ – الجزء الثابت لوقب (بريزة) التلامس ، ٨ – غرفة اطفاء القوس ، ٩ – آلية التحكم بوسيلة الادارة الكهربائية ، ١٠ – ملامس رئيسى متحرك ، ١١ – مقبض ، ١٢ – نافذة مراقبة ، ١٣ – محرك كهربائى ، ١٤ – ذراع نظام القفل الميكانيكى ، ١٥ – مخفض سرعات ، ١٦ – سكة حديد قلابة

بالمحرك الكهربائى ذى مخفض السرعات بعد كل عملية توصيل (تشغيل) . ويجرى الفصل والفصل الحر لنظام الملامسات عند اختلال تماسك الذراع مع السقاطة . ويكون جهاز الفصل مزودا بزنبركات التعبئة الذاتية التى تعود بنظام الفصل الى وضع البداية بعد انتهاء عملية الفصل .

ويقوم الفاصل القصوى بتحقيق فصل جهاز الفصل عند نشوء تيارات التقصير او الحمل الزائد فى الدائرة الكهربائية التى يجرى التحكم فيها بجهاز الفصل . وتقدم الفلطية الى وشيعة الفصل للفاصل عند تشغيل الوحدة الالكترونية للحماية بالتيار القصوى . ويجرى فصل جهاز الفصل بالوحدة الالكترونية لحظيا او بتعويق زمنى يجرى ضبطه فى حدود واسعة حسب التيار وزمن الفصل .

مفاتيح التلامس (القواطع التلقائية) . يدعى جهاز التحويل المغناطيسى الكهربائى المخصص لوصل وفصل دوائر القوى الكهربائية عن بعد عند ظروف العمل الطبيعية بمفتاح التلامس .

ان مفاتيح التلامس المغناطيسية الكهربائية منتشرة بشكل واسع فى الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية حيث انها تعتبر اجهزة قوى اساسية للمخططات الحديثة لوسائل الادارة المؤتمتة . ويقام بانتاجها للعمل فى الوحدات الكهربائية العاملة على التيارين المتردد والمستمر . وتستخدم فى الوحدات الكهربائية ثلاثية الاطوار العاملة على التيار المتردد مفاتيح تلامس (الشكل ١٦٨ ، أ) ثلاثية الاقطاب تتكون من انظمة المغناطيس الكهربائى والتلامس واطفاء القوس .

ويعمل النظام المغناطيسى الكهربائى (الشكل ١٦٨ ، ب) على التحكم من بعد (توصيل وفصل) فى جهاز التلامس ويتكون

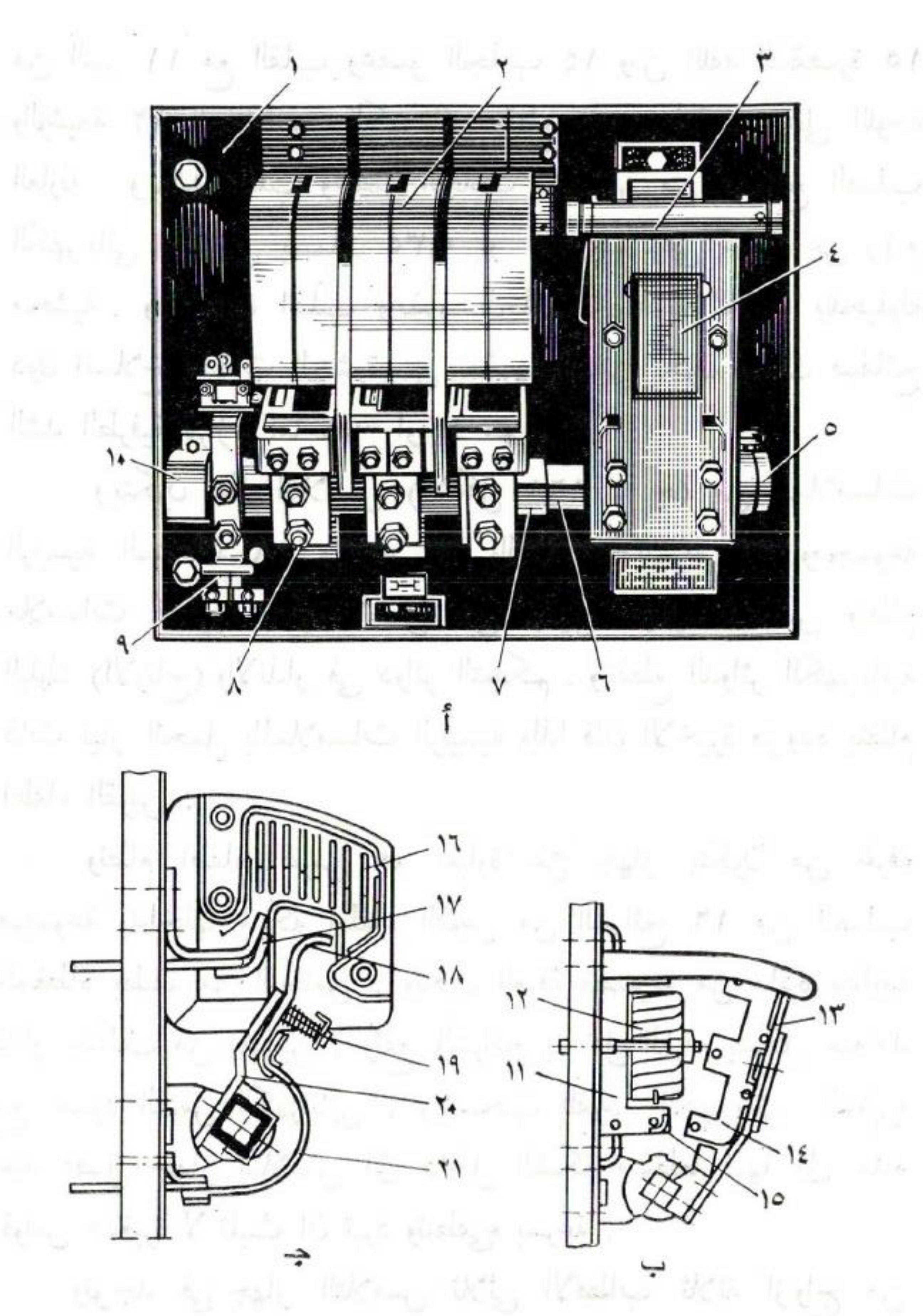
من النير ١١ مع القلب وعضو الجذب ١٤ ومن اللفة المقصرة ١٥ والوشيعة ١٢ للمغناطيس الكهربائى وقطع تثبيت الاخير على اللوحة العازلة . ويكون القلب وعضو الجذب مجمعين من صفائح الصلب الكهربائى الصناعى بسمك ٠,٣٥ او ٠,٥ مم وهى عبارة عن رزم محشية . ولاكساب القلب وعضو الجذب الصلابة اللازمة وللحيلولة دون انسلاخ طبقات الحشوة عن بعضها البعض يكون سمك صفائح الشد الطرفية للرزم اما ٠,٨ او ١ مم .

ويتكون نظام التلامس (الشكل ١٦٨ ، ج) من الملامسات الرئيسية المتحركة ١٨ والثابتة ١٧ والوصلات المرنة ٢١ ومجموعة ملامسات قنطرية الطراز تعمل على تبديل جهاز التلامس ونظام البلوك (الارتاج) والانذار فى دوائر التحكم . وتنقطع الدوائر الكهربائية ذات تيار الحمل بالملامسات الرئيسية ولذا فان الاخيرة مزودة بنظام اطفاء القوس .

ونظام اطفاء القوس هو عبارة عن جهاز يتكون من غرفة موضوعة بداخلها شبكة اطفاء القوس من الشرائح ١٦ من الصلب المغطاة بطبقة من النحاس . وتكون الغرفة مصنوعة من مادة مقاومة للنار وتتألف من نصفين . وتقع الشرائح بداخل الغرفة بشكل متعامد مع عمود القوس الكهربائى . وينسحب القوس الكهربائى الناشىء عند فصل جهاز التلامس الى داخل الشبكة متقطعا فيها الى عدة اقواس صغيرة لا تلبث ان تبرد وتنطفىء بسرعة .

وتوجد فى جهاز التلامس ثلاثى الاقطاب ثلاثة ازواج من الملامسات الرئيسية المزودة بثلاثة اجهزة لاطفاء القوس (جهاز واحد لكل قطب) .

ويحصل اثناء اجراء عمليات التشغيل المتكررة بواسطة جهاز


١
٢
٣
٤
٥
٦
٧
٨
٩
١٠
أ
١١
١٢
١٣
١٤
١٥
ب
١٦
١٧
١٨
١٩
٢٠
٢١
جـ

التلامس انه كلما كانت التيارات الجارى فصلها كبيرة كلما سخنت الملامسات والشرائح بشدة .

ويتم التحكم بواسطة جهاز التلامس على النحو التالى : عند توصيل الفلطية الى دائرة وشيعة المغناطيس الكهربائى يقوم القلب بجذب عضو الجذب الذى يقوم اثناء دورانه بزاوية معينة بضغط الملامسات المتحركة الواقعة معه على عمود واحد ، على الملامسات الثابتة ويبقى عليها فى وضع التشغيل .

وعند فصل الدائرة الكهربائية للوشيعة يتوقف قلبها عن الامساك بعضو الجذب وتسقط من جراء ذلك الملامسات المتحركة تحت تأثير كتلتها الذاتية قاطعة بذلك الدائرة الكهربائية .

ويمكن فى اجهزة التلامس الاحتفاظ بعضو الجذب فى وضع التشغيل كذلك بواسطة سقاطة ويوجد فى مثل اجهزة التلامس هذه بالاضافة الى النظام المغناطيسى الكهربائى الخاص بتشغيل وتوصيل الجزء المتحرك الى اسفل السقاطة جهاز مغناطيسى كهربائى اضافى يتم بواسطته فصل جهاز التلامس وذلك بتحرير جزئه المتحرك من اسفل السقاطة . وبالامكان فصل جهاز التلامس ليس بتأثير الكتلة

---

الشكل ١٦٨ . جهاز تلامس ثلاثى الاقطاب :
أ - منظر عام ، ب - النظام المغناطيسى الكهربائى ، جـ - نظاما التلامس واطفاء القوس ؛ ١ - لوحة عازلة ، ٢ - غرفة اطفاء القوس ، ٣ - مصد ، ٤ - مغناطيس كهربائى ، ٥ و ١٠ - كراسى تحميل ، ٦ - عمود ، ٧ - عازل العمود ، ٨ - مثبت نظام التلامس على العمود ، ٩ - مجموعة ملامسات ، ١١ - نير مع القلب ، ١٢ - وشيعة المغناطيس الكهربائى ، ١٣ - ماسك عضو الجذب ، ١٤ - عضو الجذب ، ١٥ - لفة مقصرة ، ١٦ - شرائح شبكة غرفة اطفاء القوس ، ١٧ و ١٨ - ملامسان رئيسيان ثابت ومتحرك ، ١٩ - زنبرك تلامس ، ٢٠ - ماسك الملامس المتحرك ، ٢١ - وصلة مرنة

الذاتية للجزء المتحرك وحسب بل وبمساعدة زنبركات الفصل ايضا .

ومن الضروري عند انجاز الاصلاحات الجارية لاجهزة التلامس في اماكنها القيام مسبقا بفصل جميع الاسلاك والكابلات والقضبان الحاملة للتيار الموصولة بها . ويوصى باجراء الاصلاحات الشاملة لاجهزة التلامس في ورش الاصلاح الكهربائي .

ويتلخص اصلاح اجهزة التلامس بشكل رئيسي في استبدال القطع المتضررة او المهترئة باخرى جديدة مع الضبط اللاحق والاختبار لاجهزة التلامس . ويضطر في اغلب الاحيان الى استبدال الملامسات الرئيسية والوصلات المرنة وغرف اطفاء القوس ووشائع المغناطيس الكهربائي والزنبركات واللفات المقصرة .

ان الشرح الوارد ادناه لطرق استبدال هذه القطع عند اجراء الاصلاحات منسوب الى بعض الانواع والتصاميم البنيوية لاجهزة التلامس من عداد اكثر هذه الاجهزة انتشارا في الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية . ويجب لاستبدال الملامسات الرئيسية نزع غرفة اطفاء القوس عنها وفك المسمار المقلوظ المثبت للوصلة المرنة على الملامس المتحرك ومن ثم اخراج الملامس المذكور . وبعد ذلك يجب فك المسمار المقلوظ المثبت للجزء القابل للاستبدال للملامس الثابت ورفع الاخير وغسله واما في بعض الحالات فيجب تنظيف سطوح التلامس لجميع الوصلات التلامسية المفككة ذات البراغي وتشحيمها بطبقة رقيقة من الفازيلين الصناعي . ويلزم فيما بعد تركيب ملامس جديد في مكانه وتجميع القطع كلها في تعاقب عكسي لعملية الفك .

يتلخص تضرر الوصلات المرنة بانكسار بعض الشرائح النحاسية او الاسلاك . وتستبدل في هذه الحالة الشرائح المتضررة

باخرى جديدة مصنوعة من النحاس المدلفن الصلد ذى الماركات والمقاطع المناسبة . وعند تضرر اكثر من ٢٠٪ من الشرائح يوصى باستبدال الوصلة المرنة كليا باخرى جديدة مصنوعة من صفائح النحاس بسمك ٠,٢ – ٠,٣ مم .

ويتلخص اصلاح غرفة اطفاء القوس فى استبدال الملاطم المتضررة وتنظيف شرائح شبكة اطفاء القوس من السناج وذرات المعدن المصهور . واما ملاطم الغرفة التى توجد فيها شقوق نافذة فتستبدل باخرى جديدة مصنوعة من مواد مقاومة للنار ومكافئة للمستبدلة . وعند وجود شقوق غير كبيرة على ملاطم الغرفة يملأ الفراغ الحاصل بخليط على شكل عجينة مكون من مسحوق الاسبستوس والاسمنت المحلولين بالماء .

ويزال السناج عن شرائح شبكة اطفاء القوس بواسطة مجرف خشبى او بفرشاة ناعمة من الصلب ومن ثم تغسل ، وتستبدل الشرائح المنصهرة بشدة باخرى جديدة وذلك بتجميعها بواسطة شبلونة لها شكل كالمشط . ومن الانسب استبدال الغرفة ذات القطع الخارجية او الداخلية المتضررة بشدة باخرى جديدة .

ويتلخص تضرر وشائع المغناطيسات الكهربائية بسوء حالة العازل وبنشوء تقصيرات بين لفات ملفها من جراء ذلك . وتستبدل الوشيعة المتضررة باخرى جديدة او يعاد لف ملفها . وقد تكون وشائع اجهزة التلامس ذات بنية هيكلية او لا هيكلية .

وعند تضرر ملف الوشيعة الهيكلية تحرر الاخيرة من الملف القديم والهيكل من بقايا العازل القديم وبعد طلاء سطحه بطبقة من ورنيش الباكيليت يجفف وبعد ذلك يلف على الهيكل ملف جديد من سلك له نفس ماركة ومقطع سلك الملف المتضرر .

واذا كان هيكل الوشيعة متضررا ايضا ، يقام بصنع هيكل جديد مع المحافظة على بنية الهيكل المتضرر وابعاده الاولية .

ومن اجل لف وشيعة جديدة لا هيكلية تصنع شبلونة من الخشب ذات شكل يناسب شكل الوشيعة القديم واما ابعادها فيجب ان تزيد عن ابعاد القلب المغناطيسي لجهاز التلامس بمقدار سمك العازل . وتثبت على جوانب الشبلونة ملاطم (عوارض) من الابلكاش وعلى مسافة تعادل ارتفاع الوشيعة بدون العازل الخارجي . ويلف السلك على الشبلونة بعد ان توضع اربع قطع من خيوط المصيص مسبقا تحت الطبقة الاولى للفات وذلك لضمها ببعض بعد لف السلك وكيلا تنفرط الوشيعة عند نزعها عن الشبلونة . ويلف السلك بتراص ، اللفة جانب اللفة مع طلاء كل طبقة بورنيش عازل لرفع مقاومة الوشيعة للرطوبة . واذا كانت طبقات اللفات للوشيعة القديمة معزولة بحشوات ورقية فيقام ايضا بوضعها بين طبقات الوشيعة الجديدة باستخدام الورق الخاص بالمكثفات .

وعند لف الوشيعة بسلك رفيع تصنع اطرافه الخارجة البدائية والنهائية من سلك مرن بقطر يعادل ٠,٨ مم واكثر كيلا ينقطع الطرف الخارج . وتوصل الاطراف الخارجة بسلك الوشيعة بواسطة اللحام بمونة من القصدير والرصاص . ويعزل مكان اللحام بدقة بشريط من الميكانيت بسمك ٠,٣ مم وبعرض ٨ — ١٠ مم يوضع بتراكب نصفي في قطاع يزيد عن القطاع الملحوم بما لا يقل عن ٥ مم من كل جهة . وتلحم الاسلاك داخل الوشيعة فقط في الحالات القصوى مع مراعاة المتطلبات التي وردت سابقا لعزل مكان اللحام.

وتثبت الاطراف الخارجة من الوشيعة بمتانة على الهيكل بخيوط من المصيص ومن ثم تلحم على نهاياتها اطراف نحاسية . وتنزع

الوشيعة الجاهزة عن الشبلونة وتلف بشريط قطنى وذلك لاكساب الوشيعة الصلابة اللازمة ولحمايتها من الاضرار الميكانيكية ، وتشبع الوشيعة الجاهزة بورنيش عازل ، ويجرى لهذا الغرض تغطيس الوشيعة لمدة ١٥ — ٣٠ دقيقة (تبعا لابعاد الوشيعة وللزوجة الورنيش) فى حوض يحتوى على ورنيش لا يضر بطبقة الميناء التى تغطى الاسلاك . وتجفف الوشيعة بعد التشبيع فى خزانة تجفيف لمدة ٤ — ٦ ساعات عند حرارة ٧٠ — ٨٠° م او لمدة ٢ — ٣ ساعات عند حرارة ٩٠ — ١٠٠°م . وتفحص الأبعاد الداخلية والخارجية للوشيعة الجاهزة ومن ثم تجلس على القلب المغناطيسى وتوصل نهايات الاطراف الخارجة بالمخطط الكهربائى . وتفحص الوشيعة نهائيا بالتشغيل والفصل التجريبى لجهاز التلامس (بما لا يقل عن ١٠ دورات) .

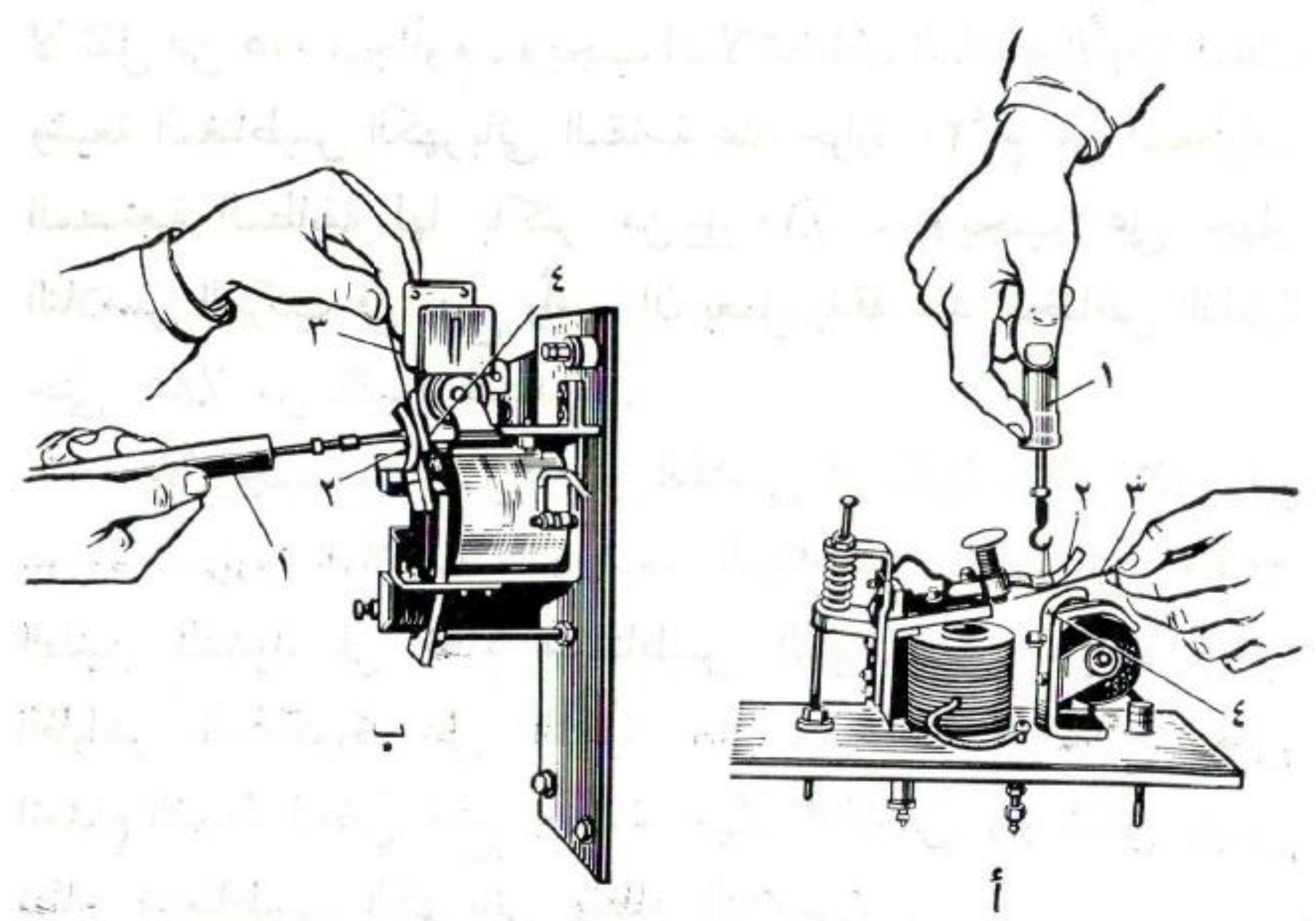
وتتضرر اللفة المقصرة من جراء الضربات الشديدة عند تشغيل جهاز التلامس المختل ضبطه وكذلك عند التسخين الغير مسموح به للقلب المغناطيسى . ولاستبدال اللفة المقصرة المقطوعة تثنى الشرائح من الصلب المبرشمة على صفائح الشد الطرفية لرزمة القلب المغناطيسى ويخرج باللفة المتضررة من المجرى الموجود فى القلب . وبعد تركيب لفة جديدة فى المجرى تثبت باعادة ثنى الشرائح من الصلب عليها . وغالبا ما تصنع اللفات المقصرة الجديدة من النحاس الاصفر مع الحفاظ على ابعاد اللفة المتضررة . ويمنع تغيير مادة وابعاد ومقطع اللفة المقصرة لتلافى الأخلال بالعمل الطبيعى لجهاز التلامس .

ويجب استبدال الزنبركات المتضررة باخرى جديدة من قطع الغيار الموردة كمجموعة متكاملة مع جهاز التلامس ؛ ويمنع استخدام زنبركات مصنوعة فى الورشة .

وغالبا ما يتضرر اثناء تشغيل اجهزة التلامس عازل عمود الملامسات المتحركة . ويستبدل العازل المتضرر بآخر جديد مصنوع من مادة مكافئة للمادة المستبدلة بخصائصها وسمكها .

وتفحص بعد الانتهاء من العمليات الاساسية للاصلاح قيمة الضغطين البدائى والنهائى للملامسات الرئيسية . ان مثل هذا الفحص ضرورى وبالاخص بعد الاصلاح الشامل لجهاز التلامس مع الاستبدال الجزئى او الكلى للملامسات . ويفحص الضغط البدائى عندما يكون الملامس مفصولا (الشكل ١٦٩ ، أ) حيث يقام لهذا الغرض بالقاء انشوطة على الاصبع ٢ للملامس المتحرك يشبك بها خطاف الدينمومتر ١ . ويوضع بين الاصبع وماسك الملامس شريط من الورق (ورق مفضض رقيق) ٣ بعرض ٢٠ — ٢٥ مم ، ومن ثم يسحب الملامس باحدى اليدين مع مراقبة مؤشر الدينمومتر الى ان يتحرر الشريط من الورق الذى تقوم اليد الاخرى بسحبه خفيفا . ويدل مؤشر الدينمومتر على قيمة الضغط البدائى فى لحظة تحرر الشريط . ويقام بتحديد الضغط النهائى للملامسات الرئيسية عندما يكون جهاز التلامس فى وضع التشغيل (الشكل ١٦٩ ، ب) بوضع شريط من الورق بين الملامسين المتحرك والثابت . ويتصف الضغط النهائى للملامسات الرئيسية بالقوة اللازمة لتحرير الشريط من الورق المحصور بين الملامسين .

والمرحلة الختامية لاصلاح جهاز التلامس المجمع كليا هى فحص صحة المخطط الكهربائى المجمع ومتانة تثبيت الملامسات المتحركة على العمود واحكام التصاق عضو الجذب بالقلب المغناطيسى . ولفحص نوعية الاصلاح الذى تم اجراؤه وكذلك للتيقن من تلبية جهاز التلامس للمتطلبات الفنية الاساسية المقدمة له يعرض ، حسب




الشكل ١٦٩ . فحص ضغوط الملامسات الرئيسية لجهاز التلامس :
أ – الضغط البدائى ، ب – الضغط النهائى ؛ ١ – دينمومتر ، ٢ – اصبع الملامس المتحرك ، ٣ – شريط من الورق ، ٤ – الملامس الثابت

برنامج مختصر ، لاختبارات رقابية تستخدم فى المصنع المنتج لاجهزة التلامس ذات الأنماط والتصاميم المماثلة .

ويدخل عادة فى مجموعة الاختبارات ما بعد الاصلاح لمعظم اجهزة التلامس فحص مقاومة العازل وقياس المقاومة الاومية لملف الوشيعة للمغناطيس الكهربائى وتحديد دقة تشغيل جهاز التلامس عند انخفاض الفلطية .

ويجرى اختبار العازل بواسطة ميجاأومتر يعمل على ٥٠٠ فلط وذلك بفحص مقاومته بين الاجزاء الموصلة للتيار فى جهاز التلامس واجزائه الاخرى التى لا تقع تحت الفلطية بشكل طبيعى . ويجب ان تتطابق مقاومة العازل مع معطيات الاختبارات المصنعية ولكن على ان

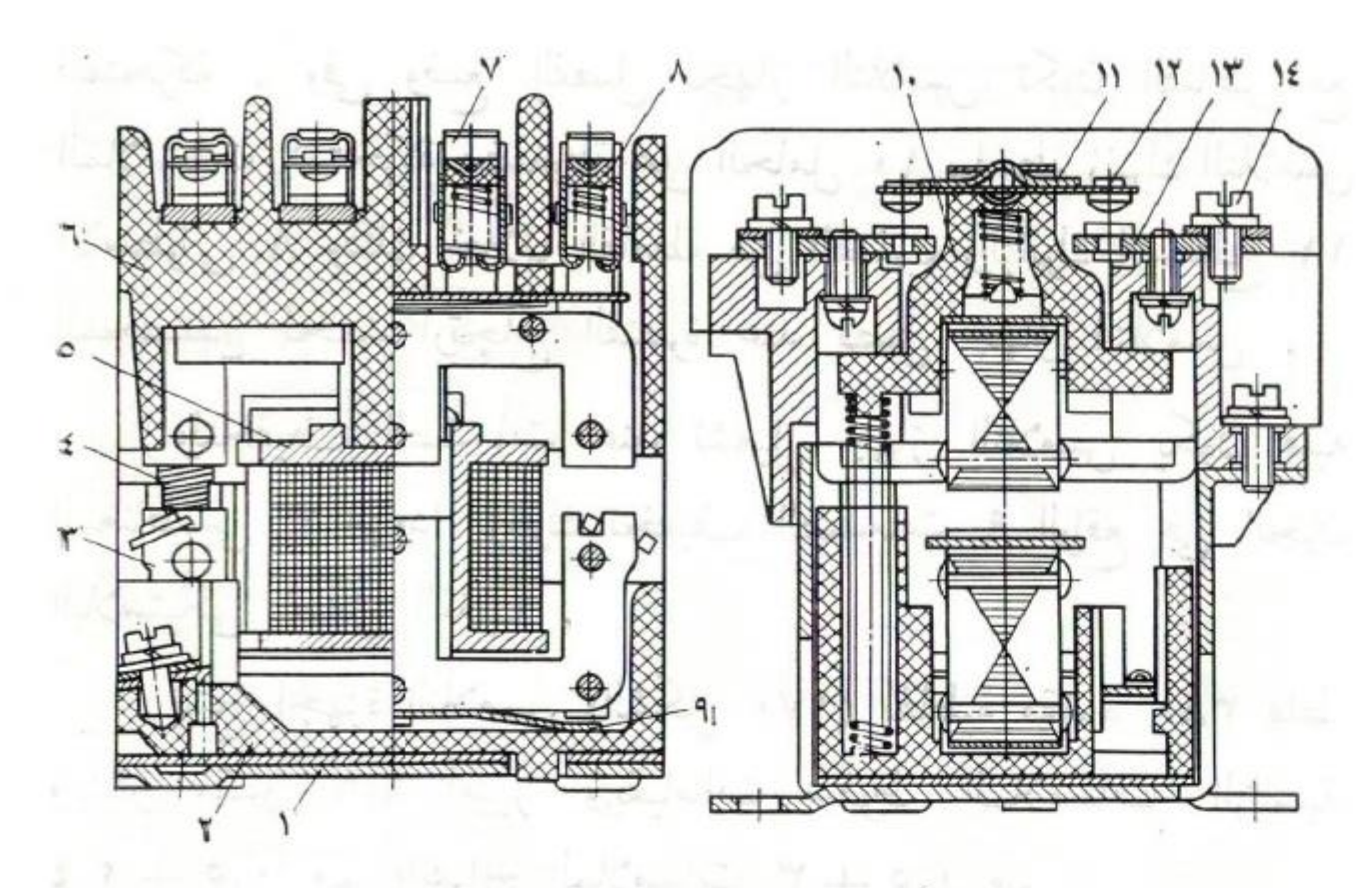
لا تقل عن ٠,٥ ميجاأوم . ويجب ان لا تختلف المقاومة الأومية لملف وشيعة المغناطيس الكهربائى المقاسة عند حرارة ٢٠° م عن المعطيات المصنعية المطابقة لها باكثر من ± ١٠٪ ، ويجب على جهاز التلامس المركب فى وضع رأسى ان يعمل بدقة عند انخفاض الفلطية حتى ٨٥٪ من القيمة المقدرة .

ولا يجب عند عمل جهاز التلامس ان يكون هناك ارتفاع فى درجة حرارة الملامسات ووشيعة المغناطيس الكهربائى وكذلك الطنين الشديد فى نظام المغناطيس الكهربائى . ويدل وجود الظواهر المذكورة على النوعية الغير مرضية للاصلاح وعلى انعدام الضبط لبعض قطع وانظمة جهاز التلامس ( وبشكل رئيسى نظام المغناطيس الكهربائى ونظام التلامس) .

المقلعات المغناطيسية (أجهزة بدء الحركة) . يدعى بالمقلع المغناطيسى الجهاز الموحد للتحكم من بعد المكون من جهاز تلامس مضاف اليه مرحل حرارى* ، والقائم بالتوفيق بين وظائف اجهزة التحكم والحماية . ويستخدم كجهاز تحكم مثلا ، لتشغيل وتوقيف وتغيير (عكوس) اتجاه دوران المحرك الكهربائى واما كجهاز حماية فانه يقوم بفصل التيار عن المحرك الكهربائى او الوحدة الكهربائية عند الاحمال الزائدة الغير مسموح بها والتقصيرات فى الدائرة الكهربائية وكذلك عند انخفاض الفلطية الى درجة معينة او اختفائها كليا (الحماية الصفرية) . وغالبا ما تستخدم فى المقلعات المغناطيسية اجهزة تلامس كالظاهرة فى الشكلين ١٧٠ و ١٧١ .

---

* تصنع المقلعات المغناطيسية ايضا بدون مرحلات حرارية ، حيث يشار الى ذلك بالرقم الوارد فى رمز الجهاز .




الشكل ١٧٠ . جهاز تلامس :

١ – قامطة من الصلب ، ٢ – جرن من البلاستيك ، ٣ – قلب مغناطيسى ، ٤ و٩ و١١ – زنبركات ارتداد وتخفيف صدمات ومسطح ، ٥ – وشيعة ، ٦ – رأس ، ٧ – ملامس متحرك ، ٨ – زنبرك تلامس اسطوانى ، ١٠ – حامل ، ١٢ – قنطرة مع ملامسات متحركة مرفوعة ، ١٣ – صفيحة مع ملامس ثابت ، ١٤ – مسمار مقلوظ لتوصيل اسلاك (قضبان) الشبكة الخارجية

يتكون جهاز التلامس (الشكل ١٧٠) الخاص بالمقلع المغناطيسى من قاعدة ورأس من البلاستيك . والقاعدة هى عبارة عن قامطة من الصلب ١ مع جرن من البلاستيك ٢ الذى يقع بداخله القلب ٣ للموصل المغناطيسى مع الوشيعة الساحبة ٥ كما وتثبت فيه مشابك الاطراف الخارجة للوشيعة .

وتقع على الرأس من الخارج الصفائح ١٣ مع الملامسات الثابتة والمسامير المقلوظة المخصصة لتوصيل اسلاك (قضبان) الشبكة الكهربائية الخارجية بالجهاز . ويقع فى داخل الرأس الحامل ١٠ المصنوع من البلاستيك مع اربع قناطر ١٢ تركب عليها الملامسات

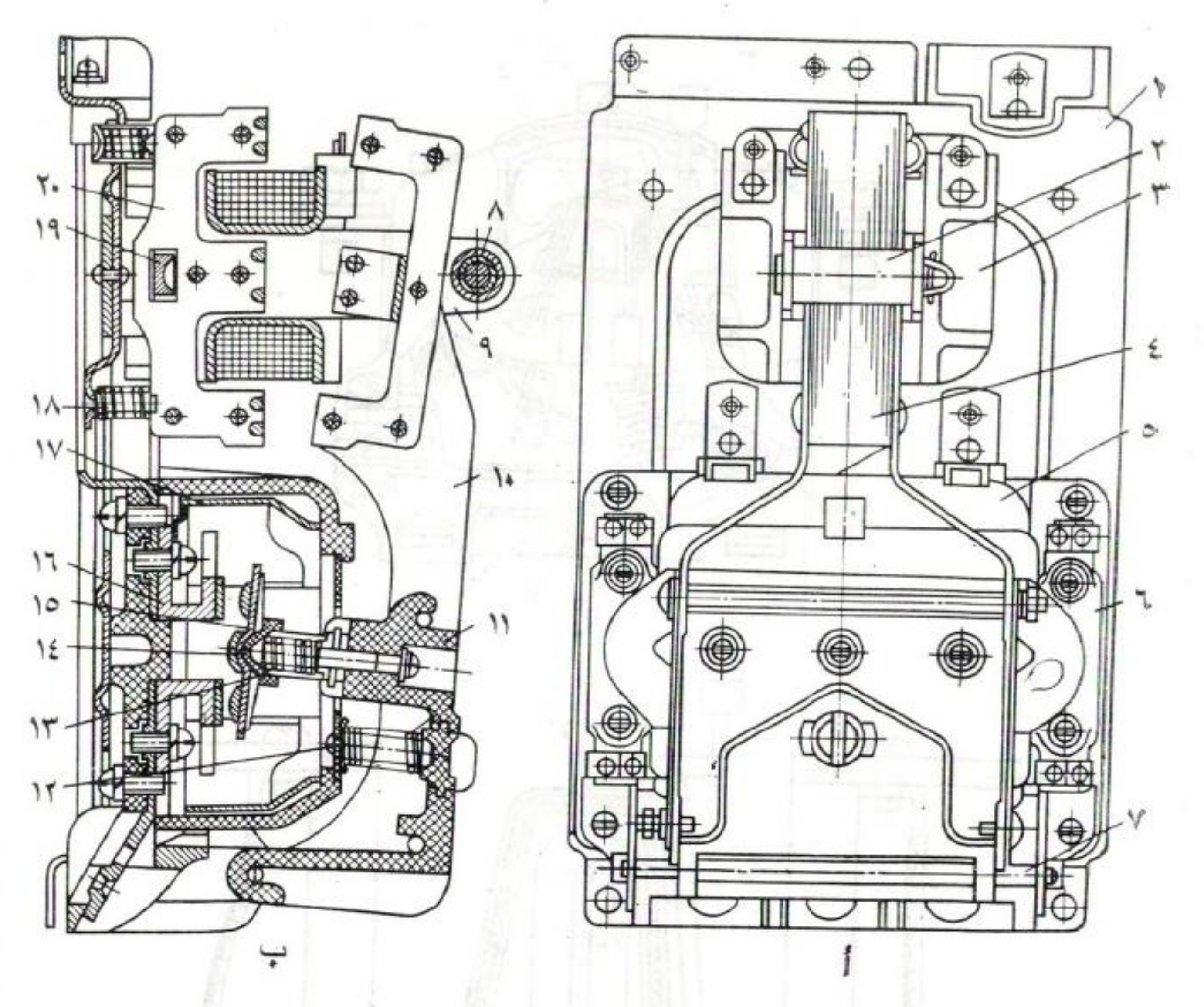
المتحركة . وفى وضع الفصل لجهاز التلامس تكون القناطر مع الملامسات المتحركة مضغوطة على الحامل ١٠ بواسطة زنبرك التلامس الاسطوانى ٨ وذلك خلال القامطة من الصلب والزنبرك المسطح ١١ المخصص لخمد ارتجاج القنطرة عند فصل جهاز التلامس .

ولتخفيف الصدمات عند تشغيل جهاز التلامس يكون قلبه المغناطيسى ٣ مزودا بزنبرك تخفيف الصدمات ٩ الواقع فى الجرن البلاستيكى اسفل القلب :

تنتج اجهزة التلامس (الشكل ١٧٠) لفلطية مقدرة ٣٨٠ فلط وبتيار مقدر ٦,٦ أمبير وبقياسات سقوط الملامسات الرئيسية ٢,٤ ± ٠,٥ مم وانفراج الملامسات ٣ ± ٠,٥ مم .

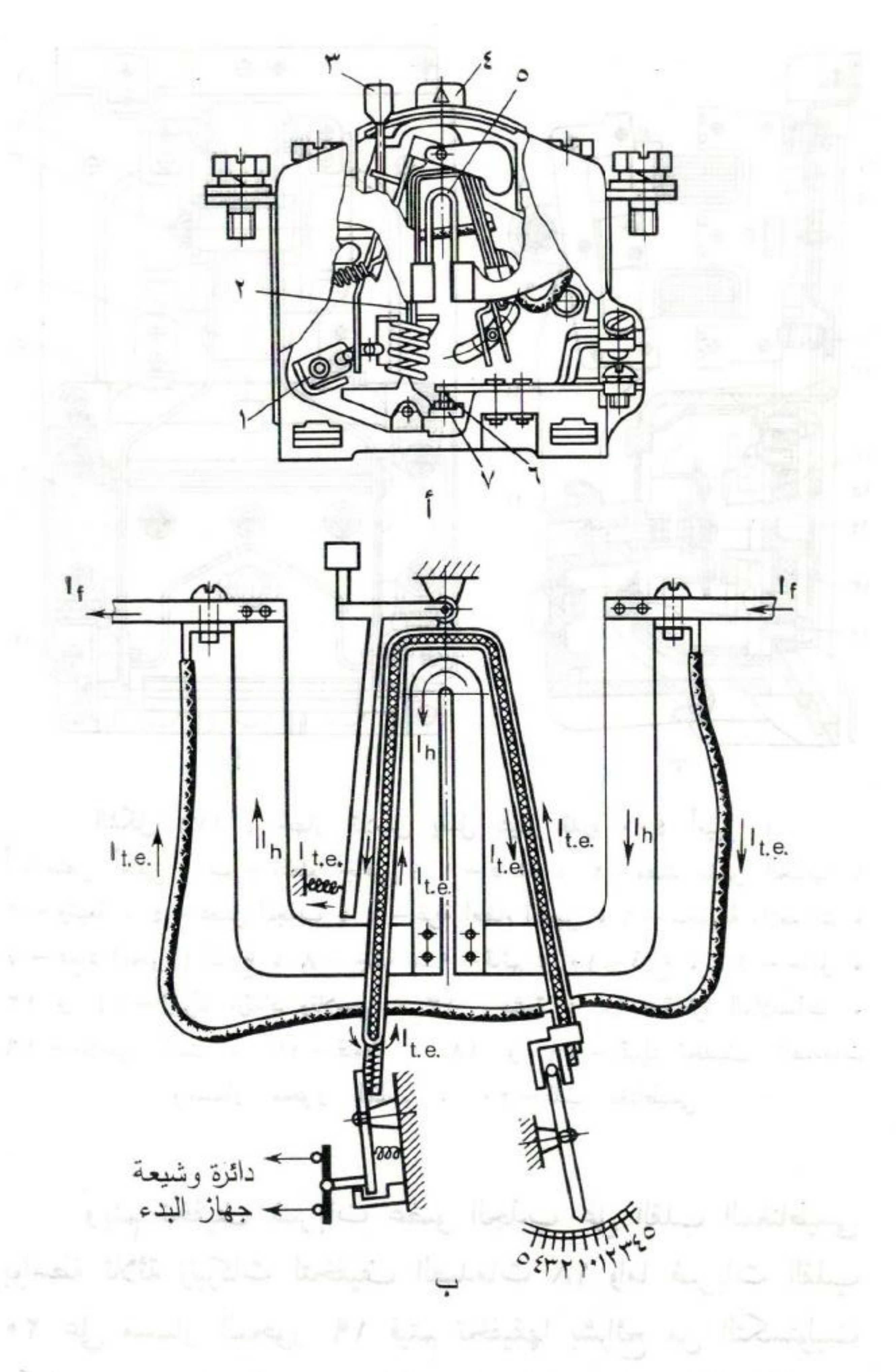
وجهاز التلامس العامل بتيار قدره ٤٠٠ أمبير (الشكل ١٧١) الخاص بالمقلع المغناطيسى هو عبارة عن بنية بمجموعة موحدة مع القطع الموصلة للتيار ، المعزولة عن هيكل الجهاز ويتكون من : نظام مغناطيسى يحتوى على الوشيعة ٣ وعضو الجذب ٤ والقلب المغناطيسى ٢٠ ؛ ومن نظام تلامسى يحتوى على مجموعة الملامسات ٦ والملامسات الثابتة ١٦ وقنطرة الملامسات ١٥ مع الملامسات المتحركة ؛ ومن آلية تحتوى على زنبرك الارتداد ١٢ والذراع ١٠ والحامل ١١ :

ويوجد للنظام المغناطيسى من الطراز الدوار شكل على هيئة III موجهة بمحاذاة اتجاه الذراع وقناطر الملامسات . ويقع النظام التلامسى من الطراز الدوار الذى تستقر ملامساته بين محور دوران المنظومة المتحركة وعضو الجذب ٤ للمغناطيس الكهربائى متعارضا مع اتجاه الذراع وقنطرة الملامسات :




الشكل ١٧١ . جهاز تلامس يعمل بتيار قدره ٤٠٠ أمبير :
أ – منظر أمامى ، ب – مقطع جانبى ؛ ١ – قاعدة ، ٢ – مصد عضو الجذب ،
٣ – وشيعة ، ٤ – عضو الجذب ، ٥ – غرفة اطفاء القوس ، ٦ – مجموعة ملامسات ،
٧ – عمود (محور) الذراع ، ٨ – جلبة ، ٩ – قائم ، ١٠ – ذراع ، ١١ – حامل ،
١٢ و ١٤ – زنبركا ارتداد وتلامس ، ١٣ – حشوة ، ١٥ – قنطرة الملامسات ،
١٦ – ملامس ثابت ، ١٧ – قامطة ، ١٨ و ١٩ – زنبرك تخفيف الصدمات
ومسمار محور القلب ، ٢٠ – قلب مغناطيسى

ويتم تخفيف ضربات عضو الجذب على القلب المغناطيسى بواسطة ثلاثة زنبركات لتخفيف الصدمات ١٨ واما ضربات القلب ٢٠ على مسمار المحور ١٩ فيتم تخفيفها بشرائح من التكستوليت مركبة بين مسمار المحور والقلب فى الفتحة المستطيلة للقلب .



٣
٤
٥
٢
١
٧
٦
أ
$I_f$
$I_f$
$I_h$
$I_{t.e.}$
دائرة وشيعة
جهاز البدء
٥٤٣٢١٠١٢٣٤٥
ب

وتعمل الجلبة ٨ (من البلاستيك او المطاط) على تخفيف ضربات عضو الجذب ٤ على المصد ٢ .

وتعمل المرحلات الحرارية المستخدمة فى المقلعات المغناطيسية على حماية الدوائر الكهربائية من تيارات الحمل الزائد والتقصير .

يتكون المرحل الحرارى (الشكل ١٧٢) من السخان ٥ والعنصر الحرارى ثنائى المعدن ٢ اللذين يعملان على الشكل التالى : يمر التيار الكلى $I_f$ (الشكل ١٧٢، ب) للمحرك الكهربائى فى طريقه من ملامسات المقلع المغناطيسى الى المحرك خلال السخان والعنصر الحرارى ثنائى المعدن للمرحل الحرارى الموصولين على التوازى . وفى هذه الحالة يمر الجزء الاكبر من التيار $I_h$ خلال السخان ذى المقاومة الصغيرة واما الجزء الاصغر من التيار $I_{t.e.}$ فيمر خلال العنصر الحرارى ثنائى المعدن المكون من شرائح ثنائية المعدن ذات المقاومة الكبيرة . ويسخن عند مرور التيار كل من السخان والعنصر الحرارى ثنائى المعدن . ويغير العنصر الحرارى ثنائى المعدن شكله (اى يتشوه) تحت تأثير الحرارة الناتجة عن السخان وحرارته الذاتية ويقوم جزؤه الايسر اثناء انحنائه جانبا بدفع الملامسين الفاصلين ٦ و ٧ (الشكل ١٧٢ ، أ) ويقطع بذلك الدائرة المغذية المحتفظة بالوشيعة ونتيجة لذلك ينفصل المقلع .

---

الشكل ١٧٢ . مرحل حرارى يركب فى المقلع المغناطيسى مع جهاز التلامس العامل بتيار قدره ٤٠٠ أمبير :

أ – تركيبة المرحل ، ب – مبدأ عمل الجهاز (تدل السهام على خط سير التيار) ؛ ١ – تجهيزة الارتداد الذاتى للملامس المتحرك ، ٢ – عنصر حرارى ثنائى المعدن ، ٣ – زر اعادة الملامس المتحرك يدويا ، ٤ – ضابط قيم التيار ، ٥ – سخان العنصر الحرارى ثنائى المعدن ، ٦ و ٧ – ملامسان فاصلان ثابت ومتحرك ؛ $I_f$ و $I_h$ و $I_{t.e.}$ – التيار الكلى والتياران الماران خلال السخان والعنصر ثنائى المعدن بالترتيب

وبانقضاء الوقت اللازم لتبريد العنصر الحرارى ثنائى المعدن بعد تشغيله يجرى الارتداد التلقائى لملامسى الفصل ٦ و ٧ الى الوضع البدائى (وضع الاتصال) . ولتفادى تأخير او استعصاء الارتداد التلقائى للملامسات يكون المرحل الحرارى مزودا بجهاز يدوى لارتداد الملامسات مكون من منظومة اذرع تدار بالزر ٣ . والسخان المركب فى المرحل الحرارى هو عبارة عن قطعة قابلة للاستبدال ويتم اختياره حسب التيار المقدر للمحرك الكهربائى الجارى حمايته . وقد يتغير تيار تشغيل المرحل ضمن حدود معينة بواسطة ضابط قيم التيار ٤ . ويشار الى حدود ضبط تيار التشغيل على المقياس المدرج لقيم التيار الواقع فى الجزء العلوى للمرحل .

ان عمليات اصلاح ملامسات وتجهيزات اطفاء القوس لاجهزة التلامس الخاصة بالمقلعات المغناطيسية مماثلة فى الاساس لتلك العمليات التى يقام بها عند اصلاح اجهزة تلامس من انماط اخرى .

ويجب عند اصلاح المقلعات المغناطيسية ذات المرحلات الحرارية ان يوجه الانتباه الى سلامة هذه المرحلات وحالتها . وعناصر التسخين هى اكثر ما تتعطل (تحترق) فى المرحلات الحرارية . ولهذه العناصر تركيبات مختلفة وتوجد منها ستة انماط معدة لتيارات مختلفة . وتصنع عناصر النمطين الاول والثانى من اسلاك النيكروم او الفيكرال . وفى عناصر النمط الاول يلف السلك على شريحة من الميكا وتلحم بالفضة اطراف نحاسية على نهايتى السلك. واما فى عناصر النمط الثانى فيجرى لف السلك حلزونيا وتلحم اطراف من الصلب على نهايتى السلك . وتكون العناصر الحلزونية مغطاة بالكادميوم لحفظها من التأكسد . واما عناصر الانماط الاربعة الباقية فتصنع بطريقة التشكيل بالكبس .

وتستخدم عند الاصلاح عناصر تسخين من انتاج مصنعى وذلك لضمان العمل الثابت للمقلع المغناطيسى ، وفقط فى الحالات القصوى يقام بصنع عناصر جديدة فى المؤسسات ذاتها :

ويجب ان يجرى تجميع المقلع المغناطيسى بعد الاصلاح بحيث تستبعد اثناء عملية التشغيل امكانية انحراف عضو الجذب بالنسبة للقلب المغناطيسى . ويجب عند تضرر احدى هاتين القطعتين ان يستبدل النظام المغناطيسى او يجب القيام بضبط دقيق لعضو الجذب باتجاه القلب المغناطيسى وذلك بتوحيد مراكزهما ومن ثم بكشط وتجليخ سطحيهما .

وتزود ملامسات المقلعات المغناطيسية بمقسيات (قطع ملحومة) من السيراميك المعدنى التى تزيد من طول فترة خدمتها .

وعند الاستعمال المتكرر للمقلعات المغناطيسية خلال فترة طويلة من الزمن تهترئ قطعها الملحومة من السيراميك المعدنى . ويجب استبدال القطع الملحومة المهترئة باخرى مكافئة من السيراميك المعدنى ذى الانتاج المصنعى . ولا يسمح باستعمال قطع ملحومة وقطع راكبة ذاتية الصنع من معادن اخرى (كالنحاس والفضة) :

ويجرى ضبط السقوط والتماس المتزامن لملامسات الاقطاب المختلفة بوضع وردات ضبط بين طوق تعليق الملامس وحاملة . ويجب بعد ضبط الملامسات تشغيل المقلع المغناطيسى لعدة مرات باليد وذلك للتأكد من انعدام تعرقل الحشوة البلاستيكية الناقلة لجهد الزنبرك الى الملامس عند تحركها ضمن طوق التعليق وكذلك للتأكد من انعدام تصادم الملامسات المتحركة بالاجزاء الداخلية لغرفة اطفاء القوس .

ويجرى فحص واختبار المقلع المغناطيسى حسب برنامج

ومعدلات المصنع المنتج . ولا يجب ان تختلف المعطيات الناتجة بعد اختبارات الاصلاح للمقلع المغناطيسى عن معطيات الاختبارات المصنعية باكثر من ± ١٠٪ .

## البند ٥٢. اصلاح المصاهر الواقية

تعمل المصاهر الواقية على حماية الدوائر والوحدات الكهربائية من تيارات الحمل الغير مسموح بها او تيارات التقصير ، وتختص بالتيارات المقدرة للحشوة المنصهرة وللمصهر الواقى نفسه . ويدعى بالتيار المقدر للحشوة المنصهرة التيار المعد لها للعمل لمدة طويلة ، ويدعى بالتيار المقدر للمصهر الواقى التيار الأكبر من بين التيارات المقدرة للحشوات المنصهرة والمسموح باستخدامها فى هذا المصهر الواقى .

وعندما يناسب التيار المقدر للحشوة المنصهرة تيار الدائرة المحمية فان الحرارة التى تطلقها الحشوة المنصهرة المسخنة تنتقل الى مختلف قطع المصهر الواقى ومن خلالها الى الوسط المحيط . وبزيادة تيار الحمل تزداد حرارة تسخين الحشوة المنصهرة والقطع الاخرى للمصهر الواقى .

ومن المؤشرات التى تختص بها المصاهر الواقية هى كذلك علاقة زمن احتراق الحشوة المنصهرة بشدة التيار المار بها ، وكذلك تيار الفصل الاقصى الذى هو عبارة عن اكبر تيار يجرى فصله بالمصهر الواقى بلا اضرار تحول دون عمله الطبيعى .

وعندما يمر خلال الحشوة المنصهرة للمصهر الواقى تيار يزيد عن تيارها المقدر تحترق الحشوة وتقوم بقطع الدائرة الكهربائية فاصلة على هذا النحو القطاع المحمى عن الجزء الباقى من الوحدة

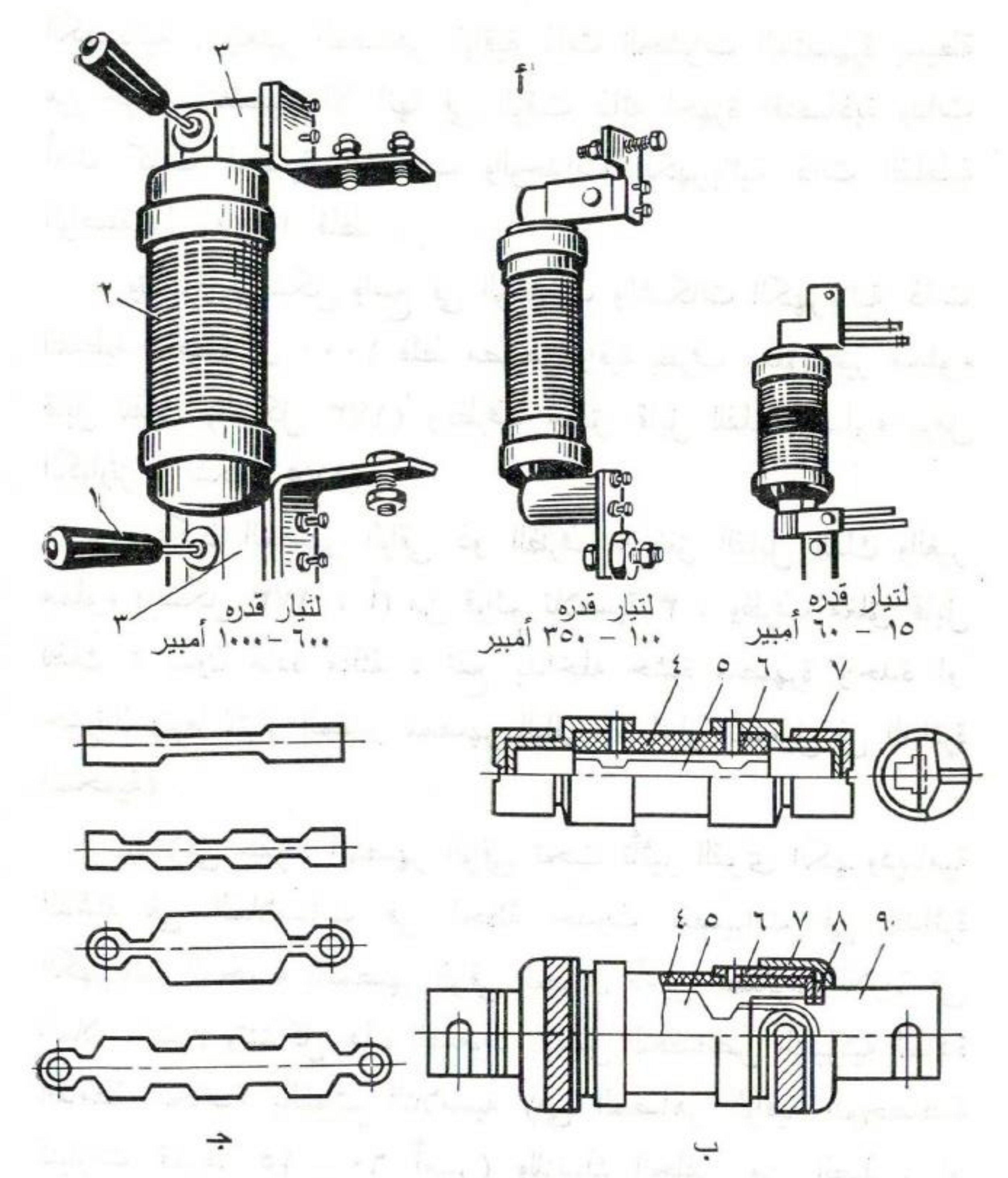
الكهربائية . وتعتبر المصاهر الواقية ذات الحشوات المنصهرة بسيطة من حيث التصميم الا انها فى الوقت ذاته اجهزة اقتصادية وذات أمان كاف لحماية الشبكات والوحدات الكهربائية ذات الفلطية الواصلة الى ١٠٠٠ فلط .

وتستخدم بشكل واسع فى الوحدات والشبكات الكهربائية ذات الفلطية الواصلة الى ١٠٠٠ فلط مصاهر واقية بظرف مغلق غير مملوء قابل للفك (الشكل ١٧٣) وبظرف مغلق قابل للفك ومملوء برمل الكوارتز (الشكل ١٧٥) .

ويتكون المصهر الواقى ذو الظرف المغلق القابل للفك والغير مملوء (الشكل ١٧٣ ، أ) من قوائم تلامسية ٣ ، وظرف مغلق قابل للفك ٢ بدون مادة مالئة ، تقع بداخله حشوة منصهرة واحدة او حشوتان (تبعا للتيار المقدر للمصهر الواقى او لتيار التشغيل فى الدائرة المحمية) .

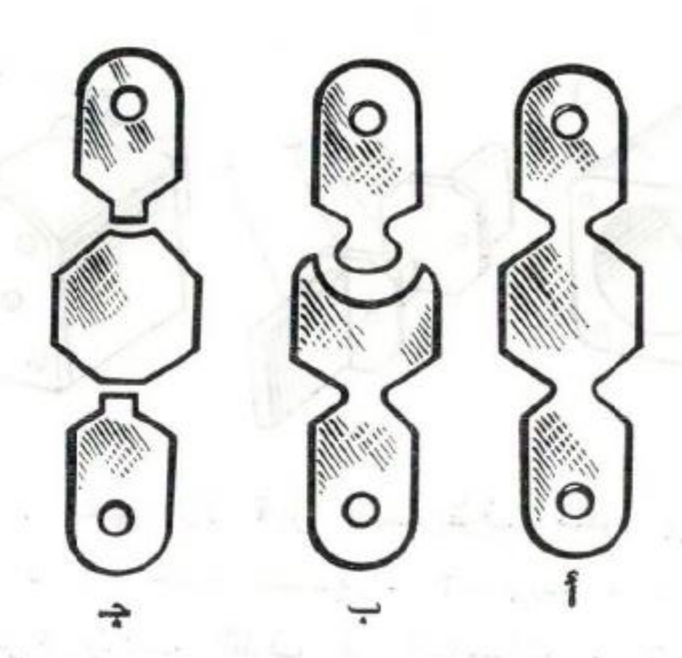
ولتلافى سقوط المصهر الواقى تحت تأثير القوى الكهروديناميه الناشئة فى الملامسات فى لحظة حدوث تقصيرات فى الدائرة الكهربائية المحمية بالمصهر الواقى يجرى تأمين الضغوط اللازمة فى الملامسات . وتتشكل هذه الضغوط بفضل الخصائص الزنبركية لمادة القامطة الخاصة بالقوائم التلامسية (فى المصاهر الواقية المخصصة لتيارات قدرها ١٥ — ٦٠ أمبير) وللزنبرك الحلقى من الصلب او للزنبرك الشريحى (فى المصاهر الواقية المخصصة لتيارات قدرها ١٠٠ — ٣٥٠ أمبير) وللمأخذ الخاص ذى المقبض ١ المركب على القائم التلامسى .

وظروف المصهر الواقى (الشكل ١٧٣ ، ب) هى عبارة عن ماسورة من الفبر ٤ بسماكة جدران ٣ — ٦ مم تقع بداخلها الحشوة




الشكل ١٧٣ . مصاهر واقية قابلة للفك وغير مملوءة تعمل على تيارات مقدرة ١٥ – ١٠٠٠ أمبير :

أ – منظر عام ، ب – ظروف المصاهر الواقية المعدة لتحمل تيارات مقدرة ١٥ – ٦٠ و ١٠٠ – ١٠٠٠ أمبير ، جـ – تصاميم الحشوات المنصهرة ؛ ١ – مقبض المأخذ ، ٢ – ظرف قابل للفك ، ٣ و ٩ – قائم وسكين تلامسيان ، ٤ – ماسورة من الفبر ، ٥ – حشوة منصهرة ، ٦ و ٧ – جلبة وغطاء واق من النحاس الاصفر ، ٨ – وردة تثبيت

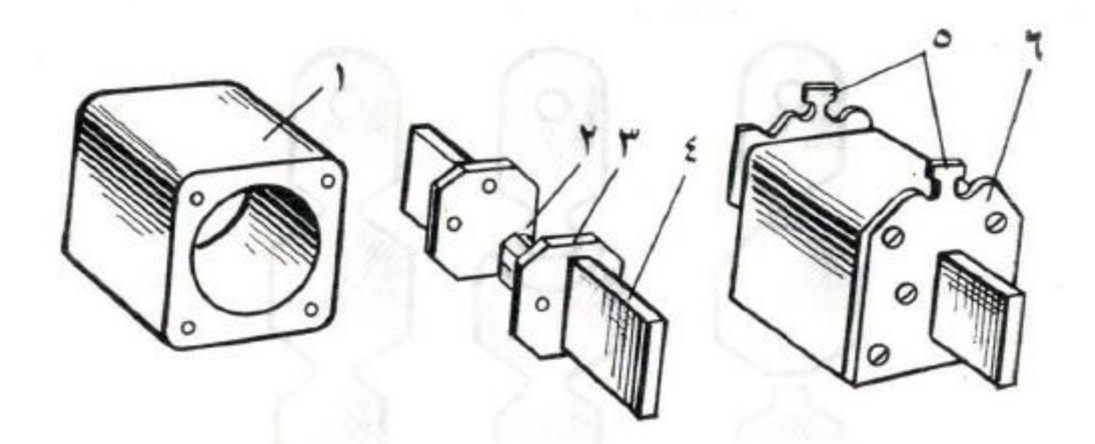



الشكل ١٧٤ . حشوات منصهرة شريحية ذات قطاعات تضييق :
أ – حشوة منصهرة سليمة ، ب و ج – حشوتان انصهرتا عند الاحمال الزائدة وعند التقصير على التناسب

المنصهرة ٥ واما الجلب ٦ المصنوعة من النحاس الاصفر ذات الشقوق لامرار الحشوة المنصهرة فتكون مثبتة بقلاووظ على نهايتى الماسورة . وتثبت على الجلب الاغطية الواقية المقلوظة ٧ المصنوعة من النحاس الاصفر والتى تعمل كاجزاء تلامسية للمصاهر الواقية المخصصة لتيارات مقدرة تصل الى ٦٠ أمبير واما الاجزاء التلامسية للمصاهر الواقية المخصصة لتيارات قدرها ١٠٠ – ١٠٠٠ أمبير فهى عبارة عن سكاكين نحاسية ٩ . ولمنع ازاحة السكاكين توجد فى المصهر الواقى وردة تثبيت ٨ ذات شق للسكين .

والحشوات المنصهرة (الشكل ١٧٣ ، ج) هى عبارة عن شرائح ذات قطاع واحد او عدة قطاعات تضييق (اعناق) . وتحترق الحشوة المنصهرة (الشكل ١٧٤ ، أ) عادة عند الاحمال الزائدة فى قطاع تضييق واحد (الشكل ١٧٤ ، ب) واما عند تقصيرات الدائرة فتحترق فى عدة قطاعات تضييق فى آن واحد (الشكل ١٧٤ ، ج) .

وتصنع الحشوات المنصهرة من صفائح الزنك بطريقة الكبس .




الشكل ١٧٥ . مصهر واق قابل للفك بظرف مملوء برمل الكوارتز :
١ – ظرف خزفى ، ٢ – حشوة منصهرة ، ٣ – وردة ، ٤ – سكينة تلامسية ،
٥ – نتؤات لنزع وتركيب الظرف فى الملامسات ، ٦ – غطاء الظرف

وعند انصهار حشوة المصهر الواقى تعجل ابخرة الزنك عملية اعادة تركيب الايونات التى تتحسن بفضلها ظروف اخلاء فراغ القوس من الايونات ، الذى يساعد على الاطفاء السريع للقوس الكهربائى فى الظرف . ويسىء انعدام المادة المالئة فى الظرف الى ظروف اطفاء القوس الكهربائى الناشىء عند انقطاع الدائرة الكهربائية من قبل الحشوة المنصهرة المحترقة . وتعتبر المصاهر الواقية ذات الظرف القابل للفك المملوء برمل الكوارتز اكثر كمالا من حيث تصميمها ومواصفاتها .

ويتكون المصهر الواقى (الشكل ١٧٥) من ظرف خزفى ١ ذى مقطع مربع من الخارج ومستدير من الداخل تقع فيه الحشوة المنصهرة ٢ الملحومة على الوردات ٣ للسكاكين التلامسية ٤ . وتثبت السكاكين التلامسية البارزة من الظرف بواسطة الشقوق الموجودة فى الاغطية ٦ المثبتة على اطراف الظرف بمسامير مقلوظة . ويكون الظرف مملوءا برمل الكوارتز الجاف . ولوقاية الرمل من الرطوبة يعزل الظرف باحكام بحشوة من الاسبست الصفيحى بسمك ٠,٨ — ١ مم ،

المركبة بين الغطاء وظرف المصهر الواقى . والحشوة المنصهرة للمصهر الواقى هى عبارة عن شريط واحد او عدة اشرطة من النحاس بسمك ٠,١٥ — ٠,٣٥ مم وبعرض يصل الى ٤ مم ذات شقوق ضيقة نافذة طولها ٦ — ١٢ مم . وعند استعمال الحشوات المنصهرة المكونة من اشرطة رقيقة متوازية يقل مقطع الحشوة عند التيار المقدر المعطى وبالتالى تقل كمية الابخرة المعدنية فى الظرف عند احتراق الحشوة المنصهرة . ويسهل هذا الأمر عملية اطفاء القوس الكهربائى فى الظرف وذلك لانه تنشأ عند احتراق الحشوة المنصهرة عدة اقواس متوازية فى آن واحد مما يساعد على التلاشى السريع لطاقة القوس .

ولضمان الانصهار السريع لحشوة المصهر الواقى ولزيادة فعل الحماية عند الاحمال الصغيرة تلحم على اشرطة الحشوة المنصهرة كريات من القصدير بقطر ٠,٥ — ٢ مم (تبعا للتيارات المقدرة للحشوات المنصهرة) . ويتيح وجود هذه الكريات باستخدام ما يدعى «بالتأثير الميتالورجى» الذى يتلخص جوهره بانه عند تسخين الحشوة تنصهر كرية القصدير ، الذى يتميز بحرارة انصهار اقل ، قبل الحشوة نفسها ويشكل اثناء تخلله فى معدن الحشوة سبيكة من معدن ذات خصائص تختلف عن المادة الاصلية (مقاومة كهربائية اكبر وحرارة انصهار اقل). وتتسخن الحشوة المنصهرة عند تيارات الحمل الزائد فتحترق فى ذلك المكان الذى لحمت عليه كرية القصدير ، وفى هذه الحالة ستكون حرارة تسخين كل الحشوة اقل بعض الشىء من حرارة انصهار المعدن الذى صنعت منه .

وتمتاز المصاهر الواقية (الشكلين ١٧٣ و ١٧٥) بالقدرة على الحد من التيار لأن الحشوة المنصهرة تحترق فيها قبل ان يفلح تيار التقصير فى بلوغ قيمة ثابتة . وتتطلب المصاهر الواقية المراقبة

الدائمة والاصلاح فى حينه . ويتوقف على صلاحيتها العمل الطبيعى والمأمون للوحدات الكهربائية المحمية .

ويقام عند اصلاح المصاهر الواقية فى البداية بتنظيف سطوح التلامس للشفاه والظروف من الاوساخ وطبقات الاكاسيد ودقائق المعدن المصهور . وتنظف الملامسات المتأكسدة بورق الزجاج واما المحترقة والمصهورة بشدة فتنظف بمبرد رفيع ويمنع استعمال ورق السمباذج (الجلخ) لتنظيف الملامسات وذلك لانغراس ذرات السمباذج الغير موصلة للكهرباء فى سطوح الملامسات مما يتسبب فى رداءة التلامس بين الشفاه وظرف المصهر الواقى . ومن ثم يفك الظرف وتفحص بدقة حالة الاجزاء الداخلية الموصلة للتيار والحشوات المنصهرة وتزال العيوب المكتشفة وتستبدل الحشوة المنصهرة التى استعملت لمدة طويلة باخرى جديدة .

وتستبدل كذلك حشوات المصاهر الواقية للاطوار المجاورة باخرى جديدة بصرف النظر عن حالتها . ويجب ان تكون الحشوات من نمط واحد ذات انتاج مصنعى وان تتناسب بدقة مع التيار المقدر للمصهر الواقى وتيار الدائرة المحمية .

ويقام فى عدد من المؤسسات عند الحاجة الكبرى الى الحشوات المنصهرة بصنعها فى ورشات الاصلاح الكهربائى الذاتية . ويجب فى هذه الحالة ان تكون المواد التى تصنع منها عناصر الحشوات المنصهرة معيرة بدقة وان يختبر اختياريا ما لا يقل عن ١٠٪ من الحشوات الجاهزة على تحمل التيارين الادنى والاقصى . ويعتبر كتيار أدنى ذلك التيار الذى لا تحترق عنده الحشوة المنصهرة فى فترة تقل عن ساعة واحدة . وهذا التيار يعادل عادة ١,٣ ــ ١,٥ من التيار المقدر للحشوة اى ان :

$$I_{\min} = (1,3 \div 1,5) I_{\text{nom}}$$

ويعتبر كتيار اقصى ذلك التيار الذى يجب عنده ان تحترق الحشوة المنصهرة فى فترة تقل عن ساعة واحدة . وهذا التيار يعادل عادة ١,٦ — ٢,١ من التيار المقدر للحشوة اى ان :

$$I_{\max} = (1{,}6 \div 2{,}1) I_{\text{nom}}$$

ويجب على حشوات المصاهر الواقية الجارى تجهيزها ان تلبى بجودتها وبمواصفاتها وبتياراتها المقدرة المتطلبات المقدمة لها . ولا يسمح باستخدام حشوات مصنوعة يدويا وباساليب بدائية وذلك لانها تقوم فى احسن الحالات بحماية الوحدة الكهربائية من تيارات التقصير فقط . ولتثبيت الحشوة المنصهرة من الزنك يجب استعمال وردة من الصلب بقطر مكبر ووردة زنبركية بشكل الزامى . وعند انعدام هاتين الوردتين ينعصر الزنك من اسفل البرغى التلامسى ويرتخى الملامس . ولا يجوز تركيب حشوة من النحاس فى ظرف المصهر الواقى (الشكل ١٧٣) بدون الصاهر القصديرى وذلك لان الظرف من الفبر يتحطم بسرعة عند حرارة الانصهار العالية للحشوة النحاسية .

وعند معاينة ظرف المصهر الواقى (الشكل ١٧٣) يجب ان يعار الانتباه الى سلامة الظرف والى انعدام الشقوق فيه وكذلك الى مدى اهتراء جدرانه الذى يحدد بمقارنة السمك الفعلى لجدران الظرف الجارى اصلاحه مع سمك جدران الظرف الجديد المطابق له من حيث التصميم والتيار المقدر . وتؤخذ القياسات بمقياس الاقطار الداخلية .

عند الاحتراق المتكرر للحشوة المنصهرة تحترق جدران الظرف بشدة نتيجة لتأثير حرارة القوس العالية عليها . وعند احتراق جدران

الظرف لاكثر من ٥٠٪ من سمكها الاصلى يلزم استبدال الظرف وخلافا لذلك قد يتحطم الظرف نتيجة للارتفاع المفاجىء للضغط فيه عند الاحتراق اللاحق للحشوة المنصهرة . وقد يصبح تحطم الظرف سببا لاصابة بالغة وقد يسبب عطلا عند انتقال القوس الى الاجزاء المجاورة الموصلة للتيار . وتسوء كذلك ظروف اطفاء القوس فى الظرف المحترق بشدة . وعند تأثير حرارة القوس العالية على جدران الظرف من الفبر يقوم الفبر الذى هو عبارة عن مادة مولدة للغازات بالتحلل واما الغازات الناشئة فتشكل فى الظرف ضغطا يعادل عدة ضغوط جوية حيث يساعد هذا على الخمد السريع للقوس. واذا تفحمت الجدران الداخلية للظرف المصنوع من الفبر او من المواد الاخرى المماثلة له والمولدة للغازات، فان عملية تحلل الفبر والعمليات الاخرى المرافقة (الاخلاء من الايونات) تكاد لا تجرى فيه، ونتيجة لذلك يكون مفعول القوس الكهربائى مستمرا لمدة اطول . ولذا يجب عند اصلاح الظرف المصنوع من الفبر ان تكون الجدران الداخلية المحترقة منظفة بدقة من الفبر المحترق ومغسولة وممسوحة حتى الجفاف بقطع قماش نظيفة جافة ومغطاة بطبقتين من الورنيش الباكيليتى او بطبقة واحدة من الصمغ وان تكون مجففة فيما بعد. ويجرى بعد اصلاح وتنظيف القطع الداخلية الموصلة للتيار ملء فراغ الظرف للمصهر الواقى (الشكل ١٧٥) برمل الكوارتز النظيف الجاف الذى يحتوى على الكوارتز بنسبة لا تقل عن ٩٨٪ وبحبيبات ذات قياس ٠,٥ ــ ٠,٨ مم . ويجب ان يكون الرمل معالجا بمحلول ٢٪ من حامض الكلوريك ومن ثم مغسولا ومحمصا عند حرارة ١٥٠ ــ ١٨٠° م . ولا يوصى باستعمال رمل الكوارتز بحبيبات ذات قياس اصغر من ٠,٥ مم او اكبر من ٠,٨ مم وذلك لانه تحت تأثير

الحرارة العالية للقوس سوف يتزجج الرمل فى الحالة الاولى وتسوء ظروف اخماد القوس فى الحالة الثانية بسبب الهواء الكائن بين حبيبات الكوارتز .

وللتأكد من وجود الدائرة الكهربائية بين الحشوة المنصهرة والاجزاء التلامسية يجرى فحص الظرف المرمم بواسطة لمبة اختبار ومن ثم يركب فى شفاه المصهر الواقى .

ويعار الانتباه عند تركيب الظرف الى تكوين تلامس جيد بين الشفاه والظرف . ويجب على الظرف الدخول فى شفاه الملامس باحكام وبدون انحرافات ومع بعض الجهد . ويجب على السكين ان تلتصق فى الملامسات السكينية مع السطوح المناسبة للشفاه باحكام . ويجرى فحص احكام التلامس بواسطة مقياس تحسس بقياس ٠,٠٥ مم الذى لا يجب ان يدخل فى الفراغ الكائن بين السكين والشفة لمسافة تزيد عن ثلث سطح التلامس (بمقدار ٥ — ٨ مم) .

واذا تغلغل مقياس التحسس لعمق اكبر فمن اللازم احكام التلامس باستبدال الزنبركات الحلقية او بشد الملامسات .

ويركب الظرف المرمم فى الشفاه التلامسية للمصهر الواقى والفلطية مفصولة . واذا كان فصل الفلطية من غير الجائز يجرى تركيب الظرف باستعمال نظارات واقية وقفازات وملاقط او مقابض نزع عازلة للكهرباء بعد التأكد مسبقا من ان الحمل مزال وليس هناك تقصير فى الدائرة الكهربائية هذه .

## البند ٥٣ . اصلاح مغيرات المقاومة

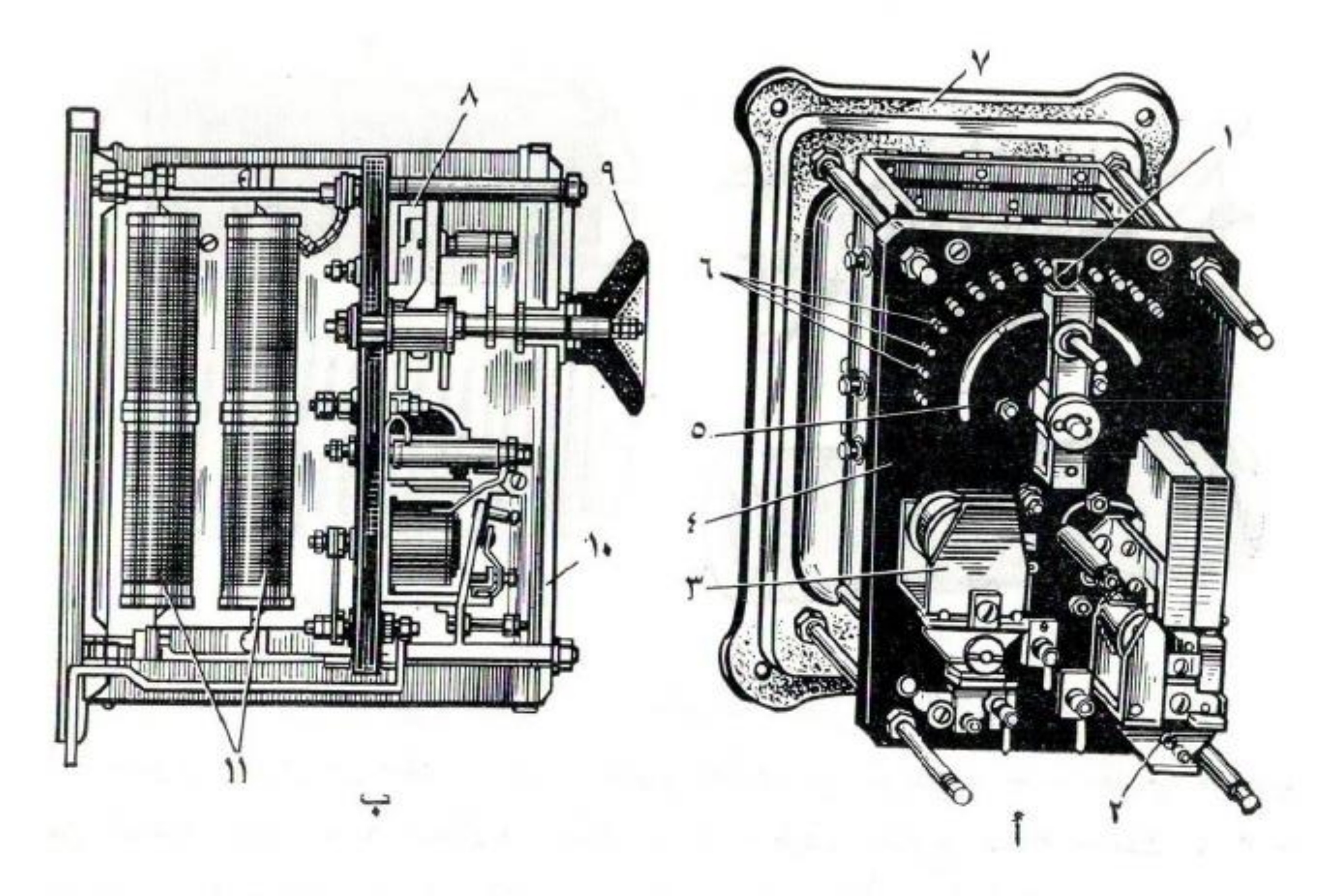
يدعى الجهاز المكون من مقاومة غير تأثيرية (أومية) وجهاز تحويل يمكن بواسطته ضبط هذه المقاومة بمغير المقاومة .

وتبعا للغرض يجرى التمييز بين مغيرات المقاومة لبدء التشغيل (لتشغيل المحركات الكهربائية) واخرى للضبط وبدء التشغيل (لتشغيل المحركات الكهربائية وضبط سرعة دورانها) ، وثالثة للاثارة (لضبط فلطية المولدات الكهربائية) . ويتحدد تصميم مغيرات المقاومة بنوع المادة التى تصنع منها عناصرها الموصلة للكهرباء . وتوجد مغيرات مقاومة معدنية وسائلة وفحمية .

وتتحول الطاقة الكهربائية فى مغير المقاومة الى حرارة تزال عن المقاومات بواسطة تبريدها . وحسب طريقة تبريد المقاومات قد تكون مغيرات المقاومة ذات تبريد هوائى او تبريد زيتى او تبريد مائى. وغالبا ما تستخدم فى الوحدات الكهربائية للمؤسسات الصناعية مغيرات مقاومة ذات مقاومات معدنية بتبريد هوائى او زيتى مما يفسر ببساطة تصميمها وبامكانية استخدامها فى مختلف ظروف العمل وكذلك بالمتانة التشغيلية الكبرى .

وتصنع الاغلبية الساحقة من مغيرات المقاومة المعدنية لبدء التشغيل ولبدء التشغيل مع الضبط ذات الاغراض الصناعية العامة مع توصيل ذى مراحل للمقاومات .

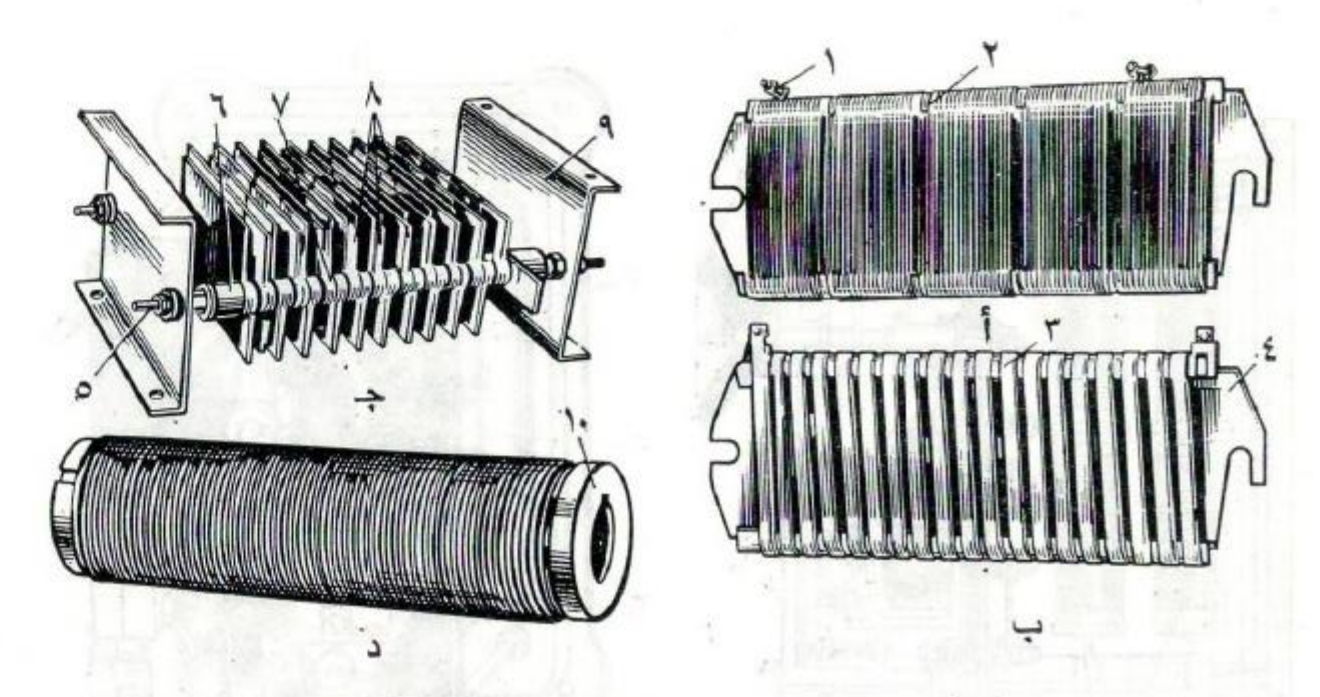
وترى فى الشكل ١٧٦ ، أ و ب تركيبة مغير المقاومة المعدنى لبدء التشغيل الذى يعمل بالتيار المستمر . وتصنع مقاومات مغيرات المقاومة من المعادن التى تتمتع بمقاومة نوعية كهربائية كبيرة وبصمود ضد الحرارة وبمتانة ميكانيكية وبمقاومة ضد الصدأ . وينتمى الى هذه المعادن الفيكرال والنيكروم ذوا المقاومة النوعية ١,١٨ و ١,١٣ أوم . مم$^{٢}$/م واقصى حرارة تسخين مسموحة بها ٨٥٠ و ١٠٠٠°م على التوالى . ويتمتع الحديد الزهر بمقاومة نوعية كهربائية أقل




الشكل ١٧٦ . مغير مقاومة لبدء التشغيل يعمل بتيار مستمر :
أ – منظر امامى ، ب – منظر جانبى ؛ ١ – ملامس متحرك ، ٢ – جهاز تلامس خطى ، ٣ – مرحل قصوى ، ٤ – لوحة ، ٥ – قضيب التلامس ، ٦ – الملامسات الثابتة لمراحل المقاومات ، ٧ – قاعدة مغير المقاومة ، ٨ – حامل ، ٩ – حدافة وسيلة الادارة ، ١٠ – غطاء ، ١١ – عناصر المقاومة (المقاومات)

(٠,٨ أوم . مم$^{٢}$/م) وحرارة تسخين مسموحة بها اقل (٤٠٠°م) .

وتستخدم المقاومات من الحديد الزهر بشكل واسع فى مغيرات المقاومة مختلفة الاهداف لبساطة صنعها (بواسطة الصب) ولسعرها المنخفض نسبيا . وغالبا ما تكون مقاومات مغيرات المقاومة لبدء التشغيل ولبدء التشغيل والضبط عبارة عن طقم عناصر على شكل اطر ملفوفة باسلاك (الشكل ١٧٧ ، أ و ب) او بشرائط ، ونادرا من الحديد الزهر المصبوب (الشكل ١٧٧ ، ج) . وتستخدم فى عدد من مغيرات المقاومة عناصر هيكلية ملفوفة




الشكل ١٧٧ . مقاومات مغيرات المقاومة

أ – مقاوم اطارى من سلك ، ب – مقاوم اطارى من شريط ، جـ – مقاوم مصبوب من الحديد الزهر ، د – مقاوم هيكلى ؛ ١ – طرف خارج ، ٢ – سلك ، ٣ – شريط ، ٤ – اطار ، ٥ – قضيب معزول ، ٦ – عازل رزمة العناصر ، ٧ – وردة عازلة مابين العناصر ، ٨ – عناصر من الحديد الزهر ، ٩ – قائم ارتكاز ، ١٠ – هيكل انبوبى من الخزف

عليها لوالب سلكية (الشكل ١٧٧ ، د) . وغالبا ما تتضرر المقاومات المعدنية لمغيرات المقاومة .

ويدخل فى عداد الاعمال الرئيسية لاصلاح مغيرات المقاومة فك واصلاح او استبدال المقاومات واجزاء التلامس والقطع العازلة وآلية التحكم المتضررة ، وكذلك تجميع مخطط التوصيلات وتجميع وضبط مغير المقاومة المرمم . وتفك مغيرات المقاومة بشكل لا يلحق الضرر بالمقاومات التى ما زالت صالحة وبالقطع العازلة وباجهزة التلامس الصالحة للاستخدام ثانية . ومن ثم تعاين جميع القطع لمغير المقاومة بدقة وتصنف الى صالحة (تصلح لاستخدامها ثانية بدون اصلاح) والى متضررة جزئيا (تصلح لاستخدامها ثانية

بعد الاصلاح) والى غير صالحة (غير قابلة للاصلاح) . ومن الضروری عند فك القطع الصغيرة (الصواميل والوردات والمسامير المقلوظة) جمعها فى علبة مستقلة او ربطها مع بعض وحفظها .

وعند معاينة واصلاح مغيرات المقاومة يقام بازالة الغبار والاوساخ عن جميع القطع الداخلية للجهاز وبفحص حالة مسامير الشد المقلوظة والملامسات والتوصيلات التلامسية. وتشد صواميل التثبيت المرتخية وتنظف السطوح التلامسية المتأكسدة بالمبرد ويعاد انجاز التوصيلات المختلة كما ويضبط ضغط الملامس المتحرك على الملامس الثابت على مختلف قطاعات شوط التلامس (يجب ان تكون قيمة ضغط الملامسات فى حدود ١٠ ــ ٢٥ نيوتن/سم٢ تبعا لابعاد مغير المقاومة) . ومن ثم تفحص سلامة وصلاحية لفات المقاومات السلكية او الشريطية وانعدام تلامس لفاتها مع بضعها البعض او مع المقاومات المجاورة وكذلك تلامس التوصيلات السلكية ما بين المقاومات . ويجرى اصلاح المقاومات المتضررة او استبدالها . ويلزم عند استبدال المقاوم المحترق وضع مقاوم مماثل تماما مكانه . واما اطواق الشد على المقاوم المركب من جديد فيجب ان تقع تماما كما كانت على المقاوم المستبدل . ومن الضرورى الحفاظ على توزيع المقاومات حسب المراحل . ولا يجب ان يزيد انحراف المقاومة على اى جهاز تلامس لمغير المقاومة عن المدلول الحسابى او عن معطيات الكتالوج باكثر من ± ١٠٪ .

وعند تضرر المقاوم السلكى او الشريطى على قطاع صغير للعنصر الاطارى يقام بلف العدد اللازم من اللفات السلكية او الشريطية ذات الماركة والمقطع المناسبين على هذا القطاع المتضرر ومن ثم توصل بجزء المقاوم المتبقى على الاطار بواسطة اللحام

بالقوس الكهربائی . ويجری اللحام بملاقط اللحام الكهربائی ويقام لهذا الغرض بتوصيل الاطراف الجاری لحامها بوصلة متراكبة لمسافة لا تقل عن ١ سم ومن ثم تثبت برباط يتكون من ٨ — ١٠ لفات من سلك نحاسی ذی قطر يعادل ٠,٣ — ٠,٥ مم ومن ثم تدخل الوصلة فی الفراغ القوسی بين الالكترودين الفحميين للملاقط ويبقى عليها هناك طوال الفترة اللازمة لاتحاد قطاع التوصيل كليا بالانصهار . واما المقاومات المتضررة لمغيرات المقاومة المصنوعة من الحديد الزهر فلا تلحم بل تستبدل باخرى جديدة .

ويقام عند اصلاح مغيرات المقاومة من جميع الانماط بتوجيه عناية خاصة الى حالة ملامساتها : تغسل الملامسات المسخمة وتمسح بقطع قماش نظيفة واما المتشيطة خفيفا فتنظف بمبرد بحيث تزال اقل كمية من معدن الملامسات ويحافظ على اشكالها الهندسية الاولية لاقصى حد واما المنصهرة بشدة فتستبدل باخرى جديدة .

وتستبدل القطع العازلة للكهرباء المتضررة (العوازل والجلب والوردات والحشوات) باخرى جديدة مماثلة . ويسمح باستبدال القطع والمقاومات المتضررة لمغير المقاومة بقطع مصنوعة من مواد اخرى لا تقل عن المستبدلة او تفوق عليها بخواصها العازلة للكهرباء ومقاومتها للحرارة ومتانتها الميكانيكية وصفاتها التشغيلية الاخرى .

وعند التوصيل والفصل المتكرر بواسطة مغير المقاومة ينخفض ضغط ملامساته مما يؤدی الى تشيطها وتعطلها السريع . ويقام لازالة هذا العطل بفك برغی ايقاف الحلقة الضاغطة لمغير المقاومة وبعد ضم الملامس المتحرك الى الملامس الثابت ببعض من الجهد تثبت الحلقة الضاغطة بالبرغی من جديد .

ويجری توصيل المقاومات على حدة او على شكل مجموعات

باستعمال المخطط الذى كان قائما قبل اصلاح مغير المقاومة او المأخوذ من كتالوجه .

وفى الاجهزة المحولة لمغيرات المقاومة ، حيث تتصل حلقة التلامس المغلقة بالملامسات الاخرى بواسطة فرشاة من الطراز القنطرى يقام بفحص وضبط ضغط الفرشاة على ملامسات جميع المراحل . ويتشكل ضغط الفرشاة على الملامسات بواسطة الزنبرك الواقع فوق الفرشاة ، ويجرى ضبطه بمسمار مقلوظ (يزداد الضغط بتدوير المسمار الى اليمين ويقل بتدويره الى اليسار) .

ويقام بعد انجاز جميع عمليات الاصلاح بفحص استمرار الدائرة الكهربائية لملفات عناصر المقاومة ، وصحة توصيلات المخطط ، ومتانة عازل الوصلات ما بين المقاومات وسلاسة شوط الفرشاة الملامسة وصحة مواقع المصدات التى تحدد مجال حركتها . ويعرض مغير المقاومة المرمم عند الضرورة للاختبار : اذ لا يجب ان يتجاوز تيار مغير المقاومة القيم الواردة فى كتالوجه ، واما التسخين الزائد للمقاومات فلا يجب ان يتعدى ٢٥٠°م عند التحميل بالتيار المسموح لمدة ساعتين . وتغطى ملامسات مغيرات المقاومة المرممة ذات التبريد الهوائى بطبقة رقيقة من الفازيلين الصناعى لتلافى تأكسدها اثناء الحفظ . ويركب مغير المقاومة المرمم كليا فى الغلاف المعدنى ويثبت بمتانة .

ويتم اصلاح المقاومات والملامسات والجهاز المحول لمغيرات المقاومة المملوءة بالزيت بالمثل كما هو الحال عند اصلاح مغيرات المقاومة ذات التبريد الهوائى . ويقام بعد اصلاح مغير المقاومة المملوء بالزيت (ذى التبريد الزيتى) بتنظيف الخزان من الاوساخ

وغسله ومن ثم ملئه بزيت محولات جاف نظيف وبعد ذلك يجرى ادخال مغير المقاومة فى الخزان وتثبيته فيه .

## اسئلة للمراجعة

١ – عدد الاعطال المميزة للاجهزة الكهربائية واذكر اسباب حدوثها .
٢ – ما هى تركيبة اجهزة التلامس وما هى طرق ضبط ملامساتها التى تعرفها ؟
٣ – حدث عن طرق اصلاح الوحدات التجميعية الاساسية لجهاز الفصل الاوتوماتى .
٤ – كيف تتم اعادة شحن المصاهر الواقية ذات الظروف المملوءة برمل الكوارتز ؟
٥ – فيم ينحصر اصلاح مغيرات المقاومة ؟

الباب التاسع

# تصنيف وطرق اختبارات المحولات والمكنات الكهربائية

## البند ٥٤ . معلومات عامة

تعتبر الاختبارات وسيلة اساسية لاظهار العيوب فى المعدة الكهربائية ولفحص نوعية اصلاحه .

ومع العلم بان الميكانيكى الكهربائى لا يقوم مباشرة باجراء الاختبارات الا انه يجب ان تكون لديه فكرة عن اهداف ومسائل بعض انواع الاختبارات وكذلك عن طرق انجازها وعن الصفات المعيارية . وترد فى هذا الباب معلومات عن اختبارات المكنات الكهربائية والمحولات فى ذلك الحجم الذى يجب على الميكانيكى الكهربائى ان يعرفه عنها .

وقبل المباشرة باصلاح المعدات الكهربائية المتضررة تجرى اختبارات رقابية لتحديد حجم وطابع الاصلاح الماثل وكذلك للحصول على المعطيات الاولية التى تقارن معها نتائج الاختبارات ما بعد الاصلاح .

ويقام باختبار المعدات الكهربائية بعد الاصلاح طبقا لـ «قواعد اختبار المعدات الكهربائية». وتوجد الانواع التالية لاختبار المعدات الكهربائية :

— اختبارات استلام وتسليم (للمعدات الكهربائية التى يجرى

ادخالها حيز التشغيل من جديد والتى اجتازت اصلاحا ترميميا او اعادة بناء) ؛

— اختبارات عند الاصلاح الشامل ؛
— اختبارات عند الاصلاح الجارى ؛
— اختبارات ما بين الاصلاحات .

وتستعمل فى القواعد العبارات والمفاهيم التالية :

فلطية اختبارية بتردد قدره ٥٠ هيرتس — هى القيمة الفعالة لفلطية التيار المتردد والتى يجب ان يتحملها عازل المعدات الكهربائية خلال فترة معينة تحت ظروف الاختبار المحددة ؛

فلطية اختبارية مقومة — هى القيمة السعوية للفلطية الموصلة الى المعدات الكهربائية خلال فترة معينة تحت ظروف الاختبار المحددة ؛

معدات كهربائية ذات عازل طبيعى — هى المعدات المخصصة للوحدات الكهربائية المعرضة لتأثير فرط الفلطيات الجوية عند الاجراءات العادية للوقاية من الرعود ؛

معدات كهربائية ذات عازل خفيف — هى المعدات المخصصة للوحدات الكهربائية الغير معرضة لتأثير فرط الفلطيات الجوية او بوجود اجراءات خاصة للوقاية من الرعود ؛

القيمة التى تقاس ولا تجعل وفقا للقاعدة — هى القيمة التى لا ينظم المدلول المطلق لها بالقواعد. ويجرى تقييم حالة المعدات الكهربائية فى هذه الحالة بمقارنة المدلول المقاس مع معطيات القياسات السابقة او القياسات المماثلة عن المعدات الكهربائية من نفس النمط ذات المواصفات الجيدة بالتأكيد ، ومع نتائج الاختبارات الاخرى وماشابهها .

ومن الضرورى اجراء الاختبارات الكهربائية لعازل المعدات الكهربائية عند حرارتها التى لا تقل عن ٥° م . وعند اختبار عازل ملفات المكنات الدوارة والمحولات بفلطية زائدة موصولة ذات تردد صناعى قدره ٥٠ هيرتس يجب ان تختبر كل دائرة كهربائية مستقلة بالتناوب وفى هذه الحالة يجرى توصيل قطب واحد من جهاز الاختبار بالطرف الخارج للملف الجارى اختباره ، واما القطب الآخر فيوصل بالهيكل المؤرض للمعدات الكهربائية الجارى اختبارها الذى توصل به اثناء الاختبارات لهذا الملف كهربائيا جميع الملفات الاخرى .

واما الملفات الموصولة ببعضها باحكام والتى لا يخرج منها كلا الطرفين لكل طور أو فرع فيجب ان تختبر بالنسبة للهيكل بدون فصلها عن بعضها البعض .

وعند القيام باختبارات المعدات الكهربائية بفلطية زائدة ذات تردد قدره ٥٠ هيرتس يوصى بتوصيل الفلطية الخطية للشبكة الى وحدة الاختبار . ويوصى قبل وبعد اختبار العازل بالفلطية الزائدة باخذ قياس مقاومة العازل بالميجاأومتر .

وقد تكون سرعة رفع الفلطية اختيارية الى حد ثلث القيمة الاختبارية . وفيما بعد يجب ان ترتفع الفلطية الاختبارية بسلاسة وبسرعة تسمح باخذ القراءات على اجهزة القياس بالنظر ، وعند الوصول الى القيمة المقررة يجب الابقاء عليها ثابتة خلال الاختبار كله . وبعد التعويق المطلوب تخفض الفلطية بسلاسة الى قيمة لا تزيد عن ثلث القيمة الاختبارية ومن ثم تفصل .

وتجرى اثناء عملية اصلاح المعدات الكهربائية عدة اختبارات يكون الهدف منها فحص نوعية عمليات الاصلاح المنجزة . فمثلا

يقام بعد لف ملف العضو الساكن او العضو الدوار للمكنة الكهربائية بفحص انعدام الانقطاعات والتقصيرات ما بين الفتل فيه . وتفحص كذلك بواسطة الاختبار نوعية توصيلات الاسلاك باللحام القصديرى او الكهربائى .

ويجرى اختبار المحولات والمكنات الكهربائية المرممة حسب برنامج محدد يدخل فيه اظهار العيوب فى المعدات الكهربائية المرممة وفحص مواصفاتها ان كانت تطابق المعايير أو الشروط الفنية .

## البند ٥٥ . اختبارات المحولات

تجتاز جميع المحولات المرممة اختبارات تسمح بالتيقن من نوعية الاصلاح المنجز ومن انعدام العيوب المعيقة لتشغيلها الطبيعى ومن مطابقة مواصفاتها لمعطيات الكتالوج وكذلك للشروط والقواعد السارى مفعلولها .

وبانتهاء اصلاح المحول تجرى الاختبارات الرقابية التالية (وتدعى ايضا بالاختبارات النهائية او باختبارات الخروج) :

— اختبار زيت المحول ؛

— تحديد معامل التحويل ومجموعة التوصيلات ؛

— قياس مقاومة الملفات للتيار المستمر ؛

— قياس تيارات الفقدان للتشغيل البطىء وتقصير الدائرة ؛

— قياس مقاومة عازل الملفات ؛

— اختبار المتانة الكهربائية للعازل الرئيسى بفلطية زائدة ذات تردد صناعى ؛

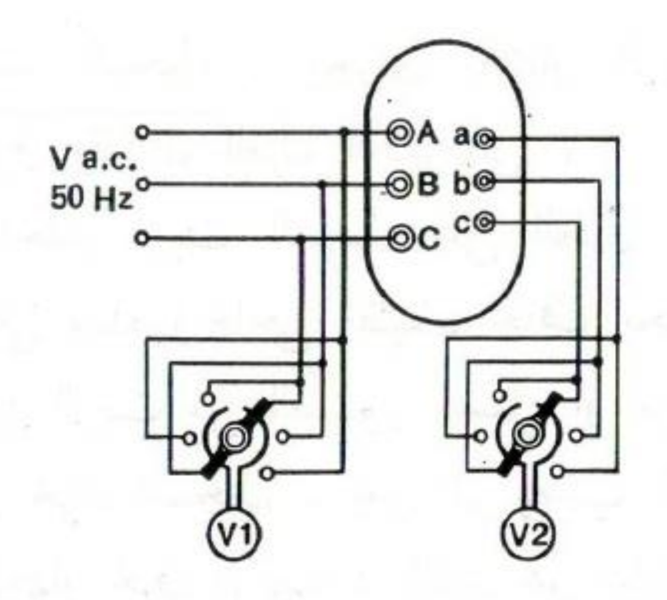
— اختبار المتانة الكهربائية لعازل اللفات بفلطية تأثيرية .

اختبار زيت المحول . يجرى اختبار الزيت على المتانة الكهربائية ــ الخرق وفقدان العزل الكهربائى .

ويجرى اختبار زيت المحول على الخرق فى جهاز خرق الزيت . تؤخذ فى وعاء زجاجى نظيف جاف بحجم لا يقل عن ٠,٥ لتر عينة من الزيت من الصنبور السفلى او من صنبور خاص لهذا الغرض فى خزان المحول . ومن ثم يصب الزيت فى جهاز تفريغ معيارى لجهاز خرق الزيت ، والذى هو عبارة عن وعاء خزفى خاص مركب فيه الكترودان مسطحان وقضبان موصلة للتيار من النحاس الاصفر . وتوصل بها فلطية عالية من محول ضبط مركب فى الجهاز لرفع الفلطية .

ولازالة فقاقيع الهواء من الزيت يترك قبل الخرق فى جهاز التفريغ لمدة ٢٠ دقيقة . ومن ثم ترفع الفلطية بسلاسة على الالكترودين الى ان يحصل الخرق ويراقب فى الوقت نفسه مؤشر جهاز الكيلوفلطمتر الذى يدل على الفلطية التى يحدث عندها الخرق . وتجرى ستة خروق فقط بفاصل زمنى قدره ١٠ دقائق بين الواحد والآخر . ولا يحسب الخرق الاول . ويؤخذ المتوسط الحسابى لفلطية الخروق الخمسة الاخرى كفلطية الخرق التى يجب ان تكون : ٢٥ كيلوفلط ــ عند فلطية المحول البالغة ١٥ كيلوفلط مشمولة و ٣٠ كيلوفلط ــ عند فلطية المحول الاكثر من ١٥ والاقل من ٣٥ كيلوفلط .

ويقام عند الاصلاحات بانجاز تحليل كيماوى مختصر يدخل فى حجمه : تحديد العدد الحمضى للزيت وحرارة اشتعال الابخرة ، وتفاعل سحب الماء ، ووجود عوالق الفحم والخلائط الميكانيكية . وتفحص فى الوقت ذاته شفافية الزيت .




الشكل ١٧٨ . مخطط قياس معامل التحويل بواسطة جهازى فلطمتر مع مبدلين

تحديد معامل التحويل ومجموعة التوصيل . يفحص معامل التحويل حسب المخطط الظاهر فى الشكل ١٧٨ وذلك للتأكد من صحة عدد اللفات وتجميع مخطط توصيل الملفات وتوصيل الاطراف الخارجة الضابطة بالمبدل .

ويجرى الفحص بتوصيل فلطية (لا تقل عن ٢٪ من المقدرة) الى جميع اطوار المحول ثلاثى الاطوار والى جميع مراحل الفلطية فى آن واحد ؛ ولا يجب ان يزيد الانحراف فى الاطوار عن ٢٪ .

وعند فحص مجموعة التوصيل تتحدد صحة توصيل الملفات وتطابقها مع المجموعة المتفق عليها .

قياس مقاومة الملفات للتيار المستمر . يقام فى الممارسة العملية للاصلاح بقياس مقاومة الملفات للتيار المستمر فى جميع المحولات المرممة ، مما يسمح باظهار العيوب ، المرتكبة اثناء الاصلاح وهى : انقطاع الاسلاك المتوازية للملفات ، والنوعية الرديئة للتوصيلات باللحام القصديرى والتلامس الردىء فى مكان توصيل الطرف الخارج الضابط مع المبدل وغيرها . ان العيوب المذكورة تزيد من المقاومة

الكهربائية للملفات بسبب ازدياد المقاومة الانتقالية فى قطاعات العيوب . ولا يجب ان تختلف المقاومات المقاسة على جميع الاقطاب والمراحل عن بعضها البعض باكثر من ٢٪ .

قياس تيارات الفقدان للتشغيل البطىء وتقصير الدائرة . يجرى قياس تيار التشغيل البطىء والفقدان لاظهار تلك العيوب فى النظام المغناطيسى للمحول ، التى تزيد من تيار التشغيل البطىء وتتسبب فى فقدان اضافى ، يخفض من معامل الكفاية للمحول ، ويؤدى فى بعض الحالات الى تسخينات غير مسموحة بها .

ويقام بقياس (بتجربة) التشغيل البطىء هكذا : توصل الى ملف الفلطية المنخفضة فلطية متماثلة بتردد قدره ٥٠ هيرتس عند الملف المفصول للفلطية العالية وترفع بسلاسة من الصفر وحتى القيمة المقدرة . وفى هذه الحالة تقاس بالواطمتر القدرة التى يستهلكها المحول ، والتيارات الخطية تقاس بالامبيرمتر . ويمكن اجراء تجربة التشغيل البطىء عند فلطية مخفضة مع اعادة الحساب اللاحقة للقدرة والتيار المقاسين على فلطيات مقدرة .

ان الاخطاء المرتكبة عند اصلاح المحولات مع تبديل الملفات مثل الوضع الانتقالى الخاطىء للاسلاك وقطع او شق احد الاسلاك المتوازية ، والتلامس الردىء ، واستعمال اسلاك بمقاطع مصغرة ، تزيد من المقاومة الاومية للملفات وتتسبب فى فقدان اضافى فيها عند تحميل المحول . وتكتشف العيوب المذكورة بواسطة تجربة تقصير الدائرة ، بمقارنة الفقدان الفعلى فى الملفات مع الفقدان الحسابى .

وعند القيام بتجربة تقصير الدائرة تغلق اطراف الادخال لجهة

الفلطية المنخفضة للمحول بواسطة قطعة قضيب بتقصيره ، واما اطراف الادخال للفلطية العالية فتوصل اليها فلطية ، يجرى عندها تحديد التيار المقدر فى الملفات ، اى فلطية تقصير الدائرة . ويعاد حساب الفلطيات المقاسة لتقصير الدائرة والفقدان على التيار المقدر .

وترد قيم فقدان الحمل فى الجداول الاستعلامية مقاسة الى حرارة الملفات البالغة ٧٥°م . ولذا فانه يقام عند الاختبار بقياس حرارة الملفات ومن ثم تجرى اعادة الحساب المناسبة . وتقارن قيم فقدان تقصير الدائرة الحاصلة عند القياس مع القيم الحسابية . فاذا كانت اكبر من القيم الحسابية فهذا يعنى وجود عطل فى المحول .

ويجرى اثناء الاختبارات الرقابية للمحول اختبار الغلق المحكم على المحول المجمع بهدف تحديد العزل المحكم لخزانه .

ويقام فى المحولات ذات الضبط للفلطية تحت الحمل باختبار جهاز المبدل (بما فى ذلك وسيلة الادارة وخزانة التحكم) ، وكذلك بفحص بلوك التحكم الاوتوماتى فى وسيلة الادارة .

قياس مقاومة عازل الملفات . تقاس مقاومة العازل بالميجااومتر بين ملف الفلطية العالية والخزان عند ملف الفلطية المنخفضة المؤرض ، وبين ملف الفلطية المنخفضة والخزان عند ملف الفلطية العالية المؤرض ، وبين ملفى الفلطيتين العالية والمنخفضة الموصولين ببعضهما وبالخزان . وتعتبر مقاومة عازل ملفات المحول حتى ٣٥ كيلوفلط مرضية اذا قيست عند حرارة ٢٠°م ولم تقل عن ٣٠٠ ميجاأوم للمحولات ذات القدرة البالغة ٦٣٠٠ كيلوفلط أمبير مشمولة و ٦٠٠ ميجاأوم للمحولات ذات القدرة ١٠٠٠٠ كيلوفلط أمبير واكثر .

اختبار المتانة الكهربائية للعازل الرئيسى بفلطية زائدة ذات تردد صناعى . تفحص بالفلطية الزائدة المتانة الكهربائية للعازل بين الملفات ذات الفلطيات المختلفة ولعازل كل منها بالنسبة لاجزاء المحول المؤرضة . وغالبا ما تدعى هذه الاختبارات باختبار العازل الرئيسى للمحول .

ويتلخص الاختبار فى انه يجرى توصيل فلطية من مصدر خارجى للتيار المتردد خلال محول خاص الى ملف المحول الجارى اختباره ، وفى هذه الحالة يقام بتوصيل سلك واحد من محول الاختبار الى الاطراف الداخلة الموصولة ببعضها للملف الجارى اختباره واما السلك الآخر فيوصل بالخزان المؤرض . واما الاطراف الداخلة للملف الثانى للمحول الجارى اختباره فتوصل ببعضها وتؤرض مع الهيكل . وترفع الفلطية بسلاسة من الصفر وحتى القيمة الاختبارية بواسطة محول ضبط موصول بمصدر للتيار المتردد بتردد قيمته ٥٠ هيرتس . فاذا لم يدل الأمبيرمتر خلال دقيقة واحدة من لحظة توصيل فلطية الاختبار على زيادة التيار ولم يدل الفلطمتر على انخفاض الفلطية ولم تلاحظ تفريغات (فرقعات) الشحنات فى داخل المحول فانه يقام بخفض الفلطية بسلاسة حتى الصفر ويعتبر بان المحول قد اجتاز الاختبار . ويقام حسب هذا الترتيب باختبار ملفات الفلطية المنخفضة اولا ومن ثم ملفات الفلطية العالية .

وتشكل فلطية اختبار العازل الرئيسى للمحول المملوء بالزيت : ٢٥ كيلوفلط ـ عند فلطية المحول ٦ كيلوفلط ، و ٣٥ كيلوفلط ـ عند فلطية المحول ١٠ كيلوفلط ، و ٨٥ كيلوفلط ـ عند فلطية المحول ٣٥ كيلوفلط .

اختبار المتانة الكهربائية لعازل اللفات بالفلطية التأثيرية .

تفحص المتانة الكهربائية للعازل بين اللفات والطبقات والوحدات والاطوار بفلطية تأثيرية توصل من المولد الى ملف الفلطية المنخفضة عند الملف الحر للفلطية العالية والخزان المؤرض للمحول . وتؤخذ الفلطية الاختبارية مساوية : ١١٥٪ من الفلطية المقدرة — عند الموصل المغناطيسى ذى البنية الصبلمية ، و ١٣٠٪ من الفلطية المقدرة — عند الموصل المغناطيسى ذى البنية الخالية من الصبالم .

ويعتبر المحول مجتازا للاختبار اذا لم تلاحظ خلال دقيقة واحدة من زمن الاختبار دفعات التيار والتفريغات والظواهر الاخرى الشاهدة على تضرر العازل .

## البند ٥٦ . اختبارات المكنات الكهربائية

يجب على المكنة الكهربائية المرممة ان تلبى المتطلبات التى تفرضها المعايير او الشروط الفنية عليها .

وتجرى فى مؤسسات الاصلاح انواع الاختبارات التالية : الرقابية — لتحديد نوعية المعدات الكهربائية ؛ الاستلام والتسليم — التى تجرى عند تسليم المعدات الكهربائية المرممة من قبل مؤسسة الاصلاح واستلامها من قبل الزبون ؛ الاختبارات النمطية — تجرى بعد اجراء تعديلات فى بنية المعدات الكهربائية او فى تكنولوجيا اصلاحها وذلك لتقييم أهلية التعديلات المدخلة . وغالبا ما تطبق فى الممارسة العملية للاصلاح الاختبارات الرقابية واختبارات الاستلام والتسليم .

وتعرض كل مكنة كهربائية بعد الاصلاح بغض النظر عن حجمه لاختبارات الاستلام والتسليم . وعند اجراء الاختبارات ، واختيار اجهزة القياس ، وتجميع مخطط القياسات ، وتجهيز

المكنة الكهربائية الجارى اختبارها ، وتحديد اسلوب وقواعد الاختبارات ، وكذلك لتقييم نتائج الاختبارات تطبق المعايير والتعليمات المناسبة .

واذا لم يجر عند اصلاح المكنة تعديل قدرتها او سرعة دورانها ، فانه يقام بعد الاصلاح الشامل بتعريض المكنة للاختبارات الرقابية ، وعند تعديل القدرة او سرعة الدوران تعرض المكنة لاختبارات نمطية .

## أسئلة للمراجعة

١ – حدث عن انواع اختبارات المعدات الكهربائية .

٢ – ماذا تعنى «القيمة التى تقاس ولا تجعل وفقا للقاعدة» ومع ماذا تقارن ؟

٣ – ما الغرض من اجراء اختبار زيت المحول ؟

٤ – كيف تكتشف عيوب اصلاح المحول ؟

٥ – ما هو الاختبار للمكنة الكهربائية الذى ينجز بغض النظر عن حجم اصلاحها ؟

٦ – ما هى الاختبارات التى تعرض لها المكنة الكهربائية التى عدلت فيها سرعة الدوران ؟

# المحتويات

## الباب الخامس . تركيبة المكنات الكهربائية



## الباب السادس . اصلاح المكنات الكهربائية



## الباب السابع . اعمال الحبال



## الباب الثامن . تركيبة واصلاح الاجهزة الكهربائية التى تصل فلطيتها الى ١٠٠٠ فلط

## الباب الثانى . التنظيم والتخطيط المنهجى لاصلاح محولات القوى والمكنات الكهربائية واجهزة التحويل



## الباب الثالث . تركيبة محولات القوى الكهربائية



## الباب الرابع . اصلاح القطع ، والوحدات التجميعية للمحولات

أيها القارئ العزيز !

تصدر دار « مير » للطباعة والنشر مختلف الكتب العلمية والفنية المختارة من أفضل المراجع الجامعية وكذلك بعض الكتب العلمية المبسطة . وهذه الكتب تصدر باللغة العربية وغيرها من اللغات الاجنبية الاخرى .

ويسر الدار معرفة رأيكم فى هذه الكتب ، وتكون شاكرة لكم لو أبديتم لها ملاحظاتكم حول مضمونها وترجمتها وتصميمها الفنى.

عنواننا :

الاتحاد السوفييتى – موسكو ١١٠

بيرفى ريجسكى بيريولوك ٢

## الباب التاسع . تصنيف وطرق اختبارات المحولات والمكنات الكهربائية

